

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย

ส่วนที่ 1 : การจัดการมลพิษ

โดย

วันที่	31 ก.ค. 2546
เลขทะเบียน	00235
เลขเรียกเก็บเงิน	886
เลขเรียกเก็บเงิน	43
เลขเรียกเก็บเงิน	3
เลขเรียกเก็บเงิน	0022

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น 14 อาคาร เอส ดีบี ทาวเวอร์
เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทร. 298-04155 โทรสาร 298-0476
Home page : <http://www.nsf.or.th>
E-mail : nsf-info@nsf.or.th



โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย

หัวหน้าโครงการ

รศ. ดร. อนุชาติ พวงสำลี

ผู้วิจัย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

1. ผศ. ดร. วศิน อิงคพัฒนากุล
2. อ.รัฐพล อันแจ้ง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

1. รศ.ดร. ัญญา หังสพฤกษ์
2. รศ.ดร. ชีรยุทธ ภูเพ็ชร
3. ผศ.ดร. บัณฑิต อนุนาภิรักษ์
4. ผศ.ดร. วราวุธ เสือดี
5. อ.วิลาวัลย์ ภมรสุวรรณ
6. อ.โรจน์ คุณเอนก

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

1. ผศ.ดร. ศันสนีย์ ชูแวว
2. ผศ.สุชาติ นวกวงษ์
3. ผศ.ลือพล ปุณณกันต์
4. ผศ. อุษณีย์ อุยะเสถียร
5. ผศ.ดร. อรพินท์ เอี่ยมศิริ
6. ผศ.ดร. นาฏสุตา ภูมิงานงศ์
7. ผศ.ศรีณยา สุจริตกุล
8. ผศ. เรวดี โรจนกนันท์
9. อ.ดร.วินัย นุตมากุล
10. อ.สัญญา สุติพันธ์วิหาร
11. อ.ปกรณ สุวานิช
12. อ.สมพงษ์ ชงไชย
13. อ.ปฐมพงศ์ สงวนวงศ์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล					รวม
	หนังสือ/คู่มือ	วิทยานิพนธ์	งานวิจัย	รายงาน	วารสาร *	
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	4	1	3	-	-	8
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	-	3	1	-	1	5
มหาวิทยาลัยมหิดล	-	32	4	-	2	38
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	29	1	-	1	32
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี	-	16	1	-	-	17
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย	-	11	2	-	-	13
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	-	-	1	-	-	1
หน่วยงานรัฐอื่นๆ	1	-	1	3	3	8
สมาคม/สถาบันอื่นๆ	-	-	1	6	3	10
บริษัทเอกชน	8	-	-	-	9	17
ไม่ทราบแหล่งข้อมูล	-	-	-	1	-	1
รวม	56	92	71	40	30	289

หมายเหตุ *วารสารได้แยกตามหน่วยงานที่จัดทำวารสาร มิได้จำแนกตามเรื่องที่ค้นคว้า

จากตารางที่ 2 พบว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (รวมกับสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาฯ) มีจำนวนสื่อมากที่สุด (55 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล (38 เรื่อง) และกรมควบคุมมลพิษ (35 เรื่อง) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 สรุปการจำแนกจำนวนสื่อตามระยะเวลาที่ทำการสืบค้น*

ประเภทข้อมูล	ช่วงปี (พ.ศ.)							รวม
	2504-10	2511-20	2521-30	2531-35	2536-40	2541-43	ไม่ทราบปี	
1. หนังสือ	-	-	8	21	13	11	3	56
2. วิทยานิพนธ์	-	5	19	22	28	18	-	92
3. งานวิจัย	-	8	8	8	17	22	8	71
4. รายงาน	-	1	3	3	23	8	2	40
5. วารสาร	-	1	16	46	66	27	-	156
รวม	0	15	54	100	147	86	13	415

หมายเหตุ *รายละเอียดอยู่ที่ ตาราง ผ-1

เมื่อพิจารณาจำนวนสื่อตามระยะเวลาที่ทำการสืบค้นดังตารางที่ 3 จะพบว่า

ช่วงปี พ.ศ. 2504-2510	ไม่พบสื่อใดๆ ที่ทำการศึกษาในเรื่องของมลพิษทางอากาศ
ช่วงปี พ.ศ. 2511-2520	พบจำนวนสื่อทั้งสิ้น 15 เรื่อง โดยพบงานวิจัยมากที่สุด (8 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ วิทยานิพนธ์ (5 เรื่อง) รายงานและวารสาร (อย่างละ 1 เรื่อง) ตามลำดับ ส่วนหนังสือไม่พบในช่วงปีนี้
ช่วงปี พ.ศ. 2521-2530	พบจำนวนสื่อทั้งสิ้น 54 เรื่อง โดยพบวิทยานิพนธ์มากที่สุด (19 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ วารสาร (16 เรื่อง) งานวิจัยและหนังสือ (พบอย่างละ 8 เรื่อง) ส่วนรายงานพบน้อยที่สุด (3 เรื่อง)
ช่วงปี พ.ศ. 2531-2535	พบจำนวนสื่อทั้งสิ้น 100 เรื่อง โดยพบวารสารมากที่สุด (46 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ วิทยานิพนธ์ (22 เรื่อง) หนังสือ (21 เรื่อง) งานวิจัย (8 เรื่อง) และ รายงาน (3 เรื่อง)
ช่วงปี พ.ศ. 2536-2540	พบจำนวนสื่อทั้งสิ้น 147 เรื่อง โดยพบวารสารมากที่สุด (66 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ วิทยานิพนธ์ (28 เรื่อง) รายงาน (23 เรื่อง) งานวิจัย (17 เรื่อง) และ หนังสือ (13 เรื่อง)
ช่วงปี พ.ศ. 2541-2543	พบจำนวนสื่อทั้งสิ้น 86 เรื่อง โดยพบวารสารมากที่สุด (27 เรื่อง) รองลงมา ได้แก่ งานวิจัย (22 เรื่อง) วิทยานิพนธ์ (18 เรื่อง) หนังสือ (11 เรื่อง) และ รายงาน (8 เรื่อง)

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนข้อมูลมลพิษทางอากาศตามขอบข่ายองค์ความรู้

ขอบข่ายองค์ความรู้	หนังสือ	วิทยานิพนธ์	งานวิจัย	รายงาน	วารสาร	รวม
1. ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศ						
1.1. มลพิษทางอากาศจากการจราจร	5	-	4	1	24	34
1.2. ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศอื่นๆ	22	-	3	31	29	85
รวม	27	-	7	32	53	119
2. การควบคุมมลพิษทางอากาศ						
2.1. การควบคุมมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป	2	1	3	2	6	14
2.2. การควบคุมมลพิษทางอากาศจากการจราจร	3	1	2	1	8	15
2.3. การควบคุมมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	4	19	3	1	8	35
รวม	9	21	8	4	22	64
3. การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศรวมทั้งแบบจำลองคณิตศาสตร์						
3.1. การประเมินมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป	4	8	3	1	3	19
3.2. การประเมินมลพิษทางอากาศจากการจราจร	2	5	3	1	-	11
3.3. การประเมินมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	1	3	3	1	7	15
รวม	7	16	9	3	10	45
4. การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ	6	36	17	-	15	74
5. มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน	2	1	13	-	42	58
6. ผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ	6	18	16	1	14	55
รวมทั้งสิ้น	57	92	70	40	156	415

จากการสรุปจำนวนสื่อตามรายปีดังรายละเอียดข้างต้น ดังตารางที่ 4 หากพิจารณาตามขอบข่ายองค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศตามที่กำหนดไว้ในข้อที่ 1.1 จะพบว่าสื่อส่วนใหญ่ได้กล่าวถึงความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศมากที่สุด (119 เรื่อง) รองลงมาได้แก่ การติดตามตรวจสอบและการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ (74 เรื่อง) การควบคุมมลพิษทางอากาศ (64 เรื่อง) มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน (ปรากฏการณ์เรือนกระจก, การลดลงของชั้นโอโซน และ ฝนกรด เป็นต้น) (58 เรื่อง) ผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ (55 เรื่อง) และการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ (45 เรื่อง) ตามลำดับ

การพิจารณารายละเอียดขององค์ความรู้ด้านมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ได้จำแนกออกเป็นประเภทของสื่อต่างๆ ที่ได้ทำการสืบค้นดังนี้

1.1.1 วิทยานิพนธ์

จากการสำรวจ พบว่ามีวิทยานิพนธ์ทั้งในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก รวม 92 เรื่อง หากจำแนกตามแหล่งข้อมูลที่ทำการศึกษา พบว่า มหาวิทยาลัยมหิดล มีจำนวนสื่อมากที่สุด (32 เรื่อง) รองลงมาได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (29 เรื่อง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (16 เรื่อง) สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (11 เรื่อง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (3 เรื่อง) และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (1 เรื่อง)

หากพิจารณาตามระยะเวลา พบว่า เริ่มพบวิทยานิพนธ์ในช่วงปี พ.ศ. 2511 ถึง 2520 จำนวน 5 เรื่อง และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยพบว่าเป็นช่วงปี พ.ศ. 2521 ถึง 2530 พบจำนวน 19 เรื่อง พ.ศ. 2531 ถึง 2535 พบจำนวน 22 เรื่อง พ.ศ. 2536 ถึง 2540 พบจำนวน 28 เรื่อง และจากการสำรวจในช่วงปัจจุบัน (พ.ศ. 2541-2543) พบจำนวน 18 เรื่อง

วิทยานิพนธ์ที่สำรวจพบส่วนใหญ่มุ่งเน้นการติดตามตรวจสอบ และการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบชนิด และการกระจายตัวของมลสาร โดยพบมากที่สุดถึง 36 เรื่อง นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการควบคุมมลพิษทางอากาศ ซึ่งพบจำนวนสื่อทั้งหมด 21 เรื่อง (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ตาราง ผ-1) การศึกษาในกลุ่มของความรู้พื้นฐานด้านมลพิษทางอากาศยังไม่พบในวิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์ที่ได้สำรวจจะยกเป็นตัวอย่างเพื่อให้เห็นถึงวิวัฒนาการขององค์ความรู้โดยสังเขป ดังนี้

1) การควบคุมมลพิษทางอากาศ

การออกแบบสร้างเครื่องกรองฝุ่นและควันบุหรี่ในเครื่องกรองอากาศ (พยัพ โชคสุวัฒนสกุล, 2511) เป็นวิทยานิพนธ์เล่มแรกที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษทางอากาศ โดยทำการออกแบบเครื่องกรองฝุ่นขนาดเล็กเพื่อใช้ในอาคารบ้านเรือนโดยใช้ไฟฟ้าสถิตย์คักสูง โดยให้ละอองฝุ่นและอนุภาคควันบุหรี่ถูกประจุไฟฟ้า จากไฟฟ้าสถิตย์คักสูงนี้เสียก่อน แล้วจึงปล่อยให้วิ่งผ่านตะแกรงที่มีประจุตรงกันข้าม ดังนั้นตะแกรงจะดูดละอองฝุ่นและอนุภาคควันบุหรี่เอาไว้ ด้วยแรงดูดระหว่างประจุ โดยใช้อุปกรณ์ที่ประยุกต์จากวงจรโทรทัศน์ซึ่งสามารถหาได้ในท้องตลาด

การดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยสารดูดซึมที่มีเกลืออลิกไนต์ เป็นองค์ประกอบ (พลศักดิ์ เทียนสว่าง, 2537) กล่าวถึงการผลิตสารดูดซึมโดยใช้ของเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ คือ เกลือที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของถ่านหินอลิกไนต์ โดยนำมาผสมกับปูนขาว และยิปซัมในอัตราส่วนต่างๆ และทำการทดสอบการดูดซึมที่สภาวะต่างๆ

การมีส่วนร่วมและความพึงพอใจของประชาชนต่อการแก้ไขปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศและกลิ่นเหม็นในเขตเทศบาลตำบลมาบตาพุด จ.ระยอง (สุนทรี ชาริคุณ, 2542) เป็นการศึกษามุมมองภาคประชาชนที่มีต่อการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในเทศบาลตำบลมาบตาพุด จ.ระยอง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการดำเนินการขออนุญาตอุตสาหกรรม พบว่ามาตรการที่ประชาชนพึงพอใจ “ในระดับมาก” มีอยู่เพียง 2 มาตรการ คือ การสนับสนุนกิจกรรมของโรงเรียน และการจัดตั้งกองทุนเพื่อสุขภาพของประชาชน

2) การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ

Estimation of the Social Cost of Noise and Air Pollution Caused by Road Traffic in Bangkok. (Ganesh Ragasem, 1987) การศึกษาในประเด็นของเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยนำผลกระทบจากมลพิษทางอากาศและเสียงจากการจราจรมาประเมินค่าต้นทุนทางสังคม (Social Cost) โดยทำการศึกษาในพื้นที่ของกรุงเทพฯ และเปรียบเทียบกับต่างประเทศ ผลการศึกษาได้นำมากำหนดแนวทางการตัดสินใจเชิงนโยบาย เพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศและเสียง

การศึกษาเปรียบเทียบสารมลพิษในไอเสียเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะและสี่จังหวะ (ฉันทญา จันทร์ประสิทธิ์, 2538) ทำการทดสอบรถยนต์ 2 ประเภท คือ เครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะและสี่จังหวะ โดยตรวจวัดและเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน ที่ปลดปล่อยออกมา เมื่อใช้น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว เบนซินไร้สารตะกั่วที่มีค่าออกเทน 92 และ 97 นอกจากนี้วิทยานิพนธ์ดังกล่าวยังได้ทำการศึกษาผลต่อการลดมลสารดังกล่าวเมื่อใช้กะตาไลติก คอนเวอร์เตอร์

การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ "ISC" และ "AUSPLUME" ในการทำนายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (นุจริย์ ชูวิเชียร, 2542) การศึกษาเพื่อทำนายความเข้มข้นระดับพื้นดินของของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ "ISC" และ "AUSPLUME" พบว่าแบบจำลองทั้งสองให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถใช้แทนกันได้

3) การติดตามตรวจสอบและการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

การหาปริมาณตะกั่ว-214 และบิสมีท-214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ โดยแก๊สมาสเปกโตรเมตรี (รัชนี ศอชิงทอง, 2522) สารกัมมันตรังสีส่วนหนึ่งในอากาศที่มีผลต่อระบบการหายใจ ได้แก่ ตะกั่ว-214 และบิสมีท-214 ซึ่งอยู่ในรูปของอนุภาคเล็ก ๆ ที่มีประจุไฟฟ้าเกาะติดกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ จึงทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว-214 และบิสมีท-214 โดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรองอากาศชนิดไอแก้วด้วยเครื่องดูดอากาศความเร็วสูงเก็บตัวอย่างอากาศจากถนน 7 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร วัดสเปกตรัมของกัมมันตภาพรังสีแกมมาจากตัวอย่างแผ่นกรองอากาศที่เตรียมไว้ วิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว-214 และบิสมีท-214 ในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร

การหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์, 2530) การวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ 3 ระบบ คือ WDX (JSX-60 PA), EDX (XR200) และ EDX กับหัววัดพรอพพอร์ชันนัล โดยใช้ Fe-55 0.74 GBq (20 mCi) เป็นต้นกำเนิดรังสี

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และตะกั่วในบรรยากาศจากถนนสายหลักของกรุงเทพมหานคร (อดิสร เพ็ชรธรรม, 2538) การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และตะกั่วในบรรยากาศ บริเวณแนวเส้นทางรถไฟฟ้ามหานคร จำนวน 9 จุด และนอกแนวเส้นทางอีก 1 จุด ติดต่อกันตลอด 5 วัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับตะกั่ว ในสภาพที่มีลมสงบ ในวันที่เกิดอินเวอร์ชัน และระหว่างวันทำการกับวันหยุด

แก้ไขปัญหาระยะสั้นจากหน่วยงานต่างๆ เช่น โครงการกำจัดฝุ่นจากโรงโม่หินบริเวณหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี ของกรมทรัพยากรธรณี และการเปลี่ยนแปลงตามสภาพให้มีระบบกำจัดกลิ่น

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2540-2541 (สุกร รัตน์ โรจนไพรวงศ์, 2542) ได้วิเคราะห์เนื้อหาของปัญหาภาวะเรือนกระจก การดำเนินการในเวทีโลก และสถานการณ์ของภาวะเรือนกระจกในประเทศไทย และการดำเนินการในเรื่องมลพิษของอากาศประเทศไทยต่อปัญหาดังกล่าว

สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม'42 (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2542) พบปัญหาระยะสั้นจากการจราจร และการก่อสร้างยังคงเป็นข้อขัดข้องต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับการดำเนินโครงการแก้ไขปัญหาระยะสั้น ได้แก่ การประกาศแบนห้ามขุด 10 ปี ของกรุงเทพมหานครเพื่อลดปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้าง การจัดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเพิ่มเติม พบข่าวรายงานการตรวจวัดก๊าซโอโซน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีปริมาณค่อนข้างสูงในบางพื้นที่ของกรุงเทพฯ

สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม'43 (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2543) พบปัญหาระยะสั้น และควันจากเตาเผาขยะ ฝุ่นได้สถานีรถไฟฟ้ามหานคร เริ่มมีการกล่าวถึงสารพิษทางอากาศ (Toxic Air Pollutants) ได้แก่ ไดออกซิน รวมทั้งสารเคมีที่ใช้ในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมที่เป็นพิษ ปัญหาการรั่วไหลของสารตะกั่วจากโรงงานหลอมแบตเตอรี่ ผลกระทบจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่มีต่อพื้นที่การเกษตรข้างเคียง การแก้ไขปัญหามลพิษจากการพัฒนาจังหวัดสมุทรปราการให้เป็นเมืองอุตสาหกรรม การดำเนินโครงการถนนปลอดมลพิษของกรุงเทพฯ

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย ปี 2000 (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และธนาคารโลก, 2543) ได้สรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้านมลพิษทางอากาศ โดยเน้นให้เห็นถึงนโยบายและแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษ โดยสรุป ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ได้แก่ การยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่ว การปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง ตลอดจนปรับปรุงแผนการขนส่งและระบบการจัดการด้านการจราจร การกำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับยานพาหนะที่ใช้แล้ว มาตรการการควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างและแผนงานทำความสะอาดถนน การบังคับให้ใช้ผ้าใบคลุมอาคารที่กำลังก่อสร้างเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง การดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานเพื่อปริมาณลดมลสารในภาคพลังงาน นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงพันธกรณีด้านสิ่งแวดล้อมระดับโลก โดยให้ข้อมูลการลงสัตยาบันของประเทศไทยในอนุสัญญาาระดับโลก การสรุปสถานการณ์มลพิษทางอากาศไร้พรมแดนของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2540 โดยพบว่าการใช้สารทำลายชั้นโอโซนจะลดตัวลง ในขณะที่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กำลังเพิ่มขึ้น และสรุปโครงการลด/เลิกการใช้สารทำลายโอโซน และการลดก๊าซเรือนกระจก

2) การควบคุมมลพิษทางอากาศ

รายงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้แก่ รายงานการศึกษา เรื่อง ระบบควบคุมและติดตามมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

3) การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ

จากการสำรวจพบว่ารายงานที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศปรากฏอยู่ค่อนข้างน้อย ซึ่งได้แก่

การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ (กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, 2530) การฝึกอบรมกระบวนการในการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ รวมทั้งการเก็บตัวอย่างมลสารจากปล่อง (Stack Sampling) การเก็บตัวอย่างในบรรยากาศ (Ambient Sampling) และ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินผลกระทบการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ (พรัชพรรณธรรม, 2534) รายงานการฝึกอบรมที่ประกอบด้วยผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในปี พ.ศ. 2534 ในถนนสายต่างๆ ของกรุงเทพฯ โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พบว่าปัญหาเรื่องฝุ่นละอองในอากาศเป็นมลสารที่รุนแรงกว่ามลสารชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังคาดประมาณผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพอากาศในอนาคตจากการดำเนินโครงการใดๆ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กระบวนการการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ

4) การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

รายงานการศึกษา เรื่อง การพัฒนาระบบพยากรณ์คุณภาพอากาศ และการเตือนภัยมลพิษทางอากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) ซึ่งจัดทำโดยกรมควบคุมมลพิษ โดยมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาระบบเตือนภัยให้กับประชาชนเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากปัญหามลพิษ

1.1.3 งานวิจัย

ในจำนวนงานที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้มีประสงค์ที่จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของงานวิจัยตามระยะเวลาตั้งแต่อดีตโดยมิได้คำนึงถึงคุณภาพของงานวิจัยตัวอย่างของงานวิจัย มีจำนวนทั้ง 71 เรื่อง จากการสำรวจและวิเคราะห์พบว่ามีงานวิจัยที่นำเสนอเป็นหนังสือเฉพาะเรื่องและนำเสนออยู่ในรูปของเอกสารประกอบรายงานการประชุมหรือการสัมมนา (45 เรื่อง) และงานวิจัยที่นำเสนอในรูปของวารสาร (26 เรื่อง) ในจำนวนงานวิจัยทั้งหมดสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นหน่วยงานที่มีผลงานการวิจัยมากที่สุด (17 เรื่อง) รองลงมาคือ กรมควบคุมมลพิษ (9 เรื่อง) และศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (7 เรื่อง) เป็นต้น โดยมีเนื้อหาสรุปโดยสังเขปดังนี้

1) งานวิจัยด้านความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศจากการจราจร

Vehicle Emission and Air Pollution in Bangkok Streets (M.B.Percod, R. HB. Excell, C.S. Chen, and Navy Htun, 2518) เป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาระบายสารมลพิษทางอากาศในถนนของกรุงเทพมหานคร โดยการศึกษาหลักได้แก่ การระบายสารมลพิษทางอากาศของยานพาหนะได้แก่อากาศคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

Motor Vehicle Pollution Control in Bangkok: The Next Steps (Michael P. Walsh, 2539) (ภาษาอังกฤษ)

การประเมินสภาวะมลพิษทางอากาศและเสียงจากท่อไอเสียรถยนต์ของหน่วยงานสาธารณสุข เขต 8 (สมพงษ์ สิทธิโชคสกุลชัย และเขวาลักษณ์ วงศ์บุตรดี, 2540) ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ

ครั้งที่ 10 สวสท. 41 ในการศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลประวัติการใช้รถยนต์จากหน่วยงานสาธารณสุขในเขต 8 รวม 5 จังหวัด พร้อมทั้งตรวจวัดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ทั้งทางอากาศและเสียง

การประเมินค่า Emission Factor จากยานพาหนะสองประเภทในเขตกรุงเทพมหานคร (พจน์ีย์ ขุนมงคล และสุริย์พร เกิดแก่นแก้ว, 2541) ปรากฏในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท. 41 การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาค่า Emission Factor และ Emission Load จากรถยนต์ 2 ประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง ขนาดขนาดเล็ก และรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กใช้น้ำมันดีเซล

การปรับปรุงสถานะของอากาศในกรุงเทพมหานคร ด้วยการควบคุมการจราจร (ไมตรี อึ้งภากรณ์ และคณะ) เป็นงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการพยายามลดมลพิษทางอากาศจากการจราจรโดยการปรับปรุงควบคุมลักษณะของการจราจรให้เหมาะสม

2) งานวิจัยการควบคุมมลพิษทางอากาศ

Air Pollution Control in Thailand (John T. Middleton, 2522) ซึ่งเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น รายงานดังกล่าวตีพิมพ์ในภาษาอังกฤษ เป็นรายงานวิเคราะห์เชิงเสนอแนะแนวทางการกำหนดนโยบายและแนวทางปฏิบัติในภาพกว้าง มีเนื้อหาโดยสังเขปคือ การจัดการมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป การจัดการมลพิษทางอากาศในระดับภูมิภาค เกณฑ์การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษทางอากาศ แบบจำลองด้านมลพิษทางอากาศ มาตรการในการควบคุมแผนการจัดการด้านมลพิษทางอากาศ (ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ) การตรวจเฝ้าระวังมลพิษทางอากาศ อุตสาหกรรมมลพิษทางอากาศ การสำรวจการปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด แผนการจัดการมลพิษทางอากาศในระยะใกล้ การทบทวนและเสนอแนะค่ามาตรฐานมลพิษทางอากาศ สรุปข้อมูลผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศในประเทศไทย

ในปี 2526 ผู้รายงานผลการศึกษารายงานฉบับดังกล่าวได้ เสนอผลการศึกษา เรื่อง Air Quality Management Plan for the Rayong-Maptaphut Development ซึ่งเป็นการกล่าวถึง การจัดการด้านมลพิษทางอากาศ บริเวณเขตพัฒนาอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออก มาบตาพุด กล่าวถึงแนวโน้มของปัญหาด้านมลพิษทางอากาศที่จะเกิดขึ้น ประเมินผลกระทบในภาพกว้าง แนะนำการดำเนินการจัดการด้านมลพิษทางอากาศ

นโยบายและแผนการจัดการมลพิษ - นโยบายและแผนการจัดการมลพิษทางอากาศ เสียงและความสั่นสะเทือน (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) เอกสารนโยบายและแผนการจัดการมลพิษ เป็นเอกสารที่นำเสนอแนวทางในการจัดการมลพิษที่เกิดขึ้น ในส่วนของมลพิษทางอากาศนั้น มีเนื้อหา สถานการณ์มลพิษทางอากาศในประเทศไทย แนวโน้มมลพิษทางอากาศในอนาคต ปัญหาและสาเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศ การดำเนินงานในระยะที่ผ่านมาในการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ แนวทางแก้ไข ประกอบด้วยนโยบาย เป้าหมาย มาตรการและแนวทางปฏิบัติ

การปรับปรุงเทคโนโลยีของเครื่องยนต์ มาตรฐานไอเสียและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ (ปิยสวัสดิ์ อัมระนันทน์, 2535) ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3” กล่าวถึงการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงมีผลในการลดมลพิษทางอากาศ จากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะอย่างแท้จริง และได้ผลในทางปฏิบัติมากที่สุด ควรให้มีการปรับปรุง

เทคโนโลยีของเครื่องยนต์และมาตรฐานไอเสีย และการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดีควบคู่กันไปด้วย

การจัดทำระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างประเภทต่างๆ (นพพร พานิช, 2539) ปรากฏใน สารสิ่งแวดลอม กล่าวถึงฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้างในระยะเวลาที่ผ่านมาซึ่งไม่มีมาตรการในการควบคุมของทางราชการยังไม่มีระเบียบข้อบังคับ ดังนั้นบทความนี้ได้เสนอผลการจัดทำร่างระเบียบ ข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่น โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ คือ การควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างอาคาร การควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างถนนและระบบขนส่งมวลชน การควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้างต่างๆ

การกำจัดก๊าซ SO_2 ด้วยน้ำและน้ำผสมหินปูนใน Packed Tower (วิทยา เทพไพฑูรย์, สุวิทย์ เตีย, และ สมัคร ชันเงิน, 2541) ปรากฏใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท. 41 โดยกล่าวถึง ผลการศึกษาการกำจัดก๊าซ SO_2 ด้วยการดูดกลืนใน Packed Tower

การศึกษาและออกแบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้ (สมศรี จรุงเรือง และเบญจวรรณ โชคพิพัฒนผลภาษา, 2541) ปรากฏใน วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ฉบับวิจัยและพัฒนา จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาและออกแบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้โดยไซโคลนที่จัดสร้าง

การวิจัยการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้ (สมศรี จรุงเรือง, 2542) ปรากฏในวารสาร วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยชนิดห้องเผาไหม้เดี่ยว และเตาเผานิคสองห้อง โดยทำการทดสอบเผามูลฝอยใบไม้และกระดาษ

3) งานวิจัยด้านการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ

Report on Bangkok Air Pollution (M.B. Pescod and Nathony Rosales Ouano, 2516) เป็นการเสนอผล การศึกษาการประเมินสถานะคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครและผลการใช้แบบจำลองในการประเมินการแพร่กระจายสารมลพิษ สำหรับพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ ถนนเยาวราช และถนนพระราม 4. และทำการศึกษาก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นหลัก

การจัดการสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางอากาศจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ : กรณีศึกษา นิคมอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี (วราวุธ เสือดี, 2536) ในเอกสารการประชุมวิชาการประเพณี ครั้งที่ 3 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เรื่อง “ความขัดแย้งและทางออกของการใช้ทรัพยากร เป็นการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST VALLEY และ Box model

Energy consumption in Thailand and greenhouse gas emissions (Pojanie Khummongkol, 2537) ปรากฏใน TEI Quarterly Environment Journal (ภาษา อังกฤษ) กล่าวถึง การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำนายอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยและผลกระทบอันอาจเกิดขึ้น

รายงานการวิจัย เรื่อง “ การศึกษามลภาวะทางอากาศในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ” (วราวุธ เสือดี, 2541) เป็นการศึกษาสถานะมลพิษทางอากาศในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

การประเมินสถานะมลพิษทางอากาศและเสี่ยงจากท่อไอเสียรถยนต์ของหน่วยงานสาธารณสุข เขต 8 (สมพรม ติทธิโชคสกุลชัย และเขมวดี วัฒนวิทย์ วรทัศน์, 2541) ในเอกสารประชุมวิชาการระดับชาติ เป็นการศึกษาภาวะมลพิษทางอากาศที่ระบายจากท่อไอเสียของรถยนต์ในการศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลประวัติ

การใช้รถยนต์จดทะเบียนของกรมการขนส่งทางบกในเขต 8 รวม 5 จังหวัด พร้อมทั้งตรวจวัดมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ทั้งทางอากาศและเสียงรวม 471 คัน

4) งานวิจัยด้านการติดตาม/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

สถานการณ์ด้านอากาศและเสียงบริเวณริมเส้นทางจราจรในเขตกรุงเทพมหานครและเมืองหลวง (พรชัย ธรรมธรรม, ชาตรี ช่วยประสิทธิ์, สิริกุล บรรพพงศ์, ชีระ จันทร์เพชร, นเรศ เชื้อสุวรรณ, และ นันทิwa เกิดเชื้อ) บทความนี้ประกอบด้วยผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติในขณะนั้น ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดและสารมลพิษที่ทำการตรวจวัดในแต่ละตำแหน่ง ประเภทของสารมลพิษ และเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด

การวิเคราะห์แควมเค็มในอากาศบริเวณอุตสาหกรรมย่าน บางจาก - บางนา (เพริศพรรณ คณาธารณา, 2522) เป็นโครงการศึกษาถึงแหล่งปล่อยแควมเค็มเข้าสู่บรรยากาศและปริมาณแควมเค็มในอากาศบริเวณบางจากถึงบางนา

การวิเคราะห์หาปริมาณของสารเคมีบางตัวที่เป็นพิษในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ (จิตติวัฒน์ สืบแสง, 2524) ในวารสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นบทความที่นำเสนอผลการวิจัยโดยการวิจัยได้แบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นการออกแบบ และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หาปริมาณสารมลพิษในอากาศตามชนิด คือคาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และละอองตะกั่ว ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีทั้งสามตัว ในอากาศในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

การศึกษาความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือ Dust Fall Jar และ High Volume Sampler ในการวัดปริมาณฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์ (อรุณ โชติพงศ์ และวงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, 2534) ในวารสารวิจัยสถานะแวดล้อมการศึกษามีจุดมุ่งหมายในการเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ 2 ชนิดในการเก็บฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์ที่ ต. ทับทวน อ.แก่งคอย Dust Fall Jar เป็นเครื่องมืออย่างง่ายใช้ในการวัดปริมาณฝุ่นในช่วงระยะเวลา 30 +/- 2 วัน ส่วน High Volume Sampler เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณฝุ่นในระยะสั้นคือ 24 ชม. ทั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นและแควมเค็มซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในปูนซีเมนต์ ที่เก็บได้จากเครื่องมือทั้งสองชนิด อีกทั้งความสัมพันธ์ของการหึ่งกระจายของฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์กับระยะทาง และทิศทางในช่วงฤดูมรสุมทั้งสองระยะเวลาในการเก็บข้อมูลนาน 1 ปี

การพัฒนาอุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ (อนุพันธ์ คมทริชวรกุล และคณะ, 2535) ในวารสารกฟผ. บทความนี้ได้นำเสนอโครงการวิจัยเพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากล โดยคณะกรรมการวิชาการทางด้านทดสอบและห้องทดลองการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

โครงการศึกษาการตรวจหาสารตะกั่วในตัวอย่างอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงานโดยวิธีการทางภาคสนามที่ง่ายและราคาถูก (จินดา บำเพ็ญอยู่ และพินณา โรจนจิราภา, 2535) ในวารสารการอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นบทความที่นำเสนอการศึกษาวิจัยคือการพัฒนาชุดทดสอบสำเร็จรูป (test kit) ในการตรวจหาปริมาณตะกั่วในอากาศตัวอย่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

Air Emission Database of Vehicles and Industry in Bangkok Metropolitan Region : 1992 (คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537) (ภาษาอังกฤษ)

การพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในอากาศ (พรพิมล กองทิพย์ และรัตนา รัชตระกูล, 2542) ในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นบทความที่นำเสนอการพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยใช้สารละลายซิงค์อะซิเตตและโคโซเดียมเอทิลีนไดเอมีนเตตราอะซิเตตเป็นสารละลายดูดซึม จะได้ตะกอนของซิงค์ซัลไฟด์แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี NIOSH โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

การพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ (พรพิมล กองทิพย์ และทิพย์วรรณ อรุณรังสีเวช, 2542) ในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นการนำเสนอการพัฒนาวิธีการเก็บและวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศโดยใช้สารละลายบัพเฟอร์เป็นสารดูดซึม

การศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในและภายนอกอาคาร (อรุณ ชาติพงศ์, 2542) เป็นการศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในและภายนอกอาคาร โดยได้ทำการศึกษาจากสถานีตรวจวัดที่อยู่ในบริเวณเส้นทางจราจร เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในและภายนอกอาคารบริเวณจุดที่อยู่ใกล้เส้นทางคมนาคม เนื่องจากยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สำคัญในกรุงเทพมหานคร

5) งานวิจัยด้านมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน

งานวิจัยด้านมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดนที่ผ่านมาเป็นงานวิจัยที่เน้นไปทางด้านการศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารมลพิษทางอากาศ หรือก๊าซที่ก่อให้เกิดฝนกรด ก๊าซทำลายชั้นโอโซน และมลพิษที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกเป็นหลัก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990 : part 1:(Thailand Environment Institute, 2540) (ภาษาอังกฤษ) รายงานการศึกษาปริมาณการผลิตก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย โดยใช้ฐานข้อมูล ปี 2533

Reducing CO₂ emissions in Thailand : response strategies (Vute Wangwacharakul, 2536) ปรากฏใน TEI Quarterly Environment Journal (ภาษา อังกฤษ) กล่าวถึง ความจำเป็นในการต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

Forests and changing land-use practices : contributions to greenhouse gases (Ladawan Paungehit, 2536) ปรากฏใน TEI Quarterly Environment Journal (ภาษา อังกฤษ) กล่าวถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากป่าและพรรณพืช ในประเทศไทย

Agricultural sector : current situation and anticipated trends (Pimpan Jermsawatipong, 2536) ปรากฏใน TEI Quarterly Environment Journal (ภาษา อังกฤษ) กล่าวถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเกษตรกรรม ในประเทศไทย

A Neural Net Ozone Forecasting System for Bangkok(Timothy H.De Fries, and Randy D. Parmley, 2541) ในหนังสือ Air and Noise Pollution Control; Volume 3 เนื้อหากล่าวถึง ระบบการทำนายโอโซนในระดับผิวพื้นในประเทศไทย

โมเดลความร้อนเหนือมหานคร วิธีการตรวจวัดและแนวทางการควบคุม (จริยา บุญญวัฒน์, โทชิเอกิ อิซโนะสะ, ทาเคชิโก มิกามิ, และ ซาชิโอะ คูโบ, 2542) ปรากฏใน วารสารสิ่งแวดล้อม กล่าวถึงโมเดลความร้อนเหนือมหานคร คือ โมเดลภาวะทางความร้อนที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิในเมืองสูงกว่าบริเวณชานเมือง บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการศึกษาโมเดลความร้อนในกรุงเทพมหานคร ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่

ดิน ถึงปกคลุมดิน ภายหลังการถางพื้นที่ ปศุบาล ผลของลมทะเล ผลจากการศึกษาพบปรอทสูงเกินมาตรฐานบริเวณกรุงเทพมหานคร

An Overview of Air Quality at Pathumthani Province with Emphasis on Ozone Measurement (P. Sukasem, T. Charsaiya, W. Geerathitadaniyom and M.S. Tabucanon) เป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษา การตรวจวัด ปริมาณโอโซนในจังหวัดปทุมธานี

6) งานวิจัยด้านมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ

งานวิจัยด้านมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ ที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่ เป็นการศึกษาผลของฝุ่นละออง สาร ตะกั่ว หรือสารมลพิษหลักอื่นอันเนื่องมาจากการจราจรที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ รายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

การศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระดับตะกั่วในบรรยากาศ ที่มีผลต่อกลุ่มชนต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร (เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ์, 2524) การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัญหาฝุ่นและปริมาณตะกั่วในบรรยากาศที่คน อาจจะสูดหายใจเข้าไปได้ ตลอดจนศึกษาหาระดับตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายคนในกลุ่มอาชีพต่างๆ

รายงานโครงการวิจัย อันตรายจากผงฝุ่นแป้งมันสำปะหลังและแนวทางป้องกันอันตรายต่อผู้ได้รับผง ฝุ่นเป็นประจำ (ชนินทร์ ชูวงศ์, ผ่องใส วิโรคม และคณะ, 2524) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการทหาร ได้ทำการวิจัยเพื่อ ตรวจสอบอันตรายที่เกิดจากผงฝุ่นแป้งมันสำปะหลัง และหาวิธีป้องกันแก่เจ้าหน้าที่ของกองทัพบก ผู้ได้รับผงฝุ่นอยู่เป็นประจำ การดำเนินการวิจัยกระทำโดยการตรวจสอบหาสารมลพิษที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขนถ่ายแป้งมันสำปะหลัง อัคคีเมต ณ ท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยหาปริมาณฝุ่นและตรวจสอบหาสารทางวิทยาศาสตร์กายภาพและชีว ภาพ นอกจากนี้ยังได้สำรวจสุขภาพของเจ้าหน้าที่ และผู้ใช้แรงงานด้วยการใช้แบบสอบถาม

รายงานการวิจัยเรื่อง “ การศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระดับตะกั่วในบรรยากาศ ที่มีผลต่อกลุ่มชนต่างๆ ใน เขตกรุงเทพมหานคร ” (เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ์, 2524) การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัญหาฝุ่นและปริมาณ ตะกั่วในบรรยากาศที่คนอาจจะสูดหายใจเข้าไปได้ ตลอดจนศึกษาหาระดับตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายคนในกลุ่ม อาชีพต่างๆ

การประเมินอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานจากมลพิษทางอากาศภายในโรงงานถลุงและทำให้ ตะกั่วบริสุทธิ์ (สุทิน อยู่สุข และกฤษณ์ เจริญะประสิทธิ์, 2533) ในวารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม การศึกษานี้จัดทำ ขึ้นเพื่อประเมินอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งมีสาเหตุมาจากมลพิษทางอากาศ ซึ่งอาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในหน้าที่ ถลุงและทำความสะอาดตะกั่ว ของโรงงานโลหะตะกั่วไทย จำกัด วิธีการที่ใช้ประเมินได้แก่การคำนวณระดับ ความเข้มข้นของมลพิษคิดโดยให้น้ำหนักกับเวลาสัมผัส ซึ่งผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสตลอดเวลาปฏิบัติหน้าที่หนึ่ง ผลัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน

โครงการประเมินผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ ต่อสุขภาพอนามัยประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (สมาคมแพทยอาชีวเวชศาสตร์และสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2539) เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาประเมินผลกระทบ ด้านสุขภาพอนามัยประชาชนจากมลพิษทางอากาศ ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจริงในกลุ่มโรคปอด อักเสบจากฝุ่น โรคพิษตะกั่วเรื้อรัง โรคพิษคาร์บอนมอนนอกไซด์และโรคหลอดเลือดสมองเรื้อรังจากฝุ่นและมลพิษอื่น

การปนเปื้อนของสารตะกั่วในเลือดของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ทิพวรรณ ประภามณฑล และคณะ, 2538) โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจระดับตะกั่วในเลือดเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่ ปริมาณฝุ่นละอองและตะกั่วบนแผ่นกรองฝุ่นของหน้ากากที่เจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรใช้และเพื่อประเมินความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร จากการปนเปื้อนของสารตะกั่วในเลือด

การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ (อรุณ โชติพงศ์, 2541) เป็นผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ โดยทำการตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และปริมาณฝุ่นรวม

ฝุ่นกับผลกระทบต่อสุขภาพ: (สมชัย บวรกิตติ และรังสรรค์, 2542) ในหนังสือตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม กล่าวถึงผลกระทบของฝุ่นต่อสุขภาพ

PM Abatement strategy for the Bangkok Metropolitan Area: Sandeep Kishan: Air and Noise Pollution Control; Volume 3: 2541 : (เป็นผลการศึกษา ของบริษัท Radian International และบริษัทร่วมโครงการ, EF&EE, DRI, London Economics และ Wongpun Limpaseni จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542) เสนอต่อกรมควบคุมมลพิษ โดยการสนับสนุนจากธนาคารโลก เป็นการศึกษา ปัญหามลพิษริมถนน และปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร แนวทางในการจัดการและควบคุม

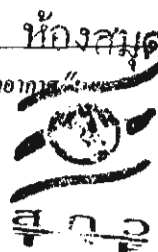
Executive Summary Health Effects of Particulate Matter Air Pollution in Bangkok (Lauraine G. Chestnut, Bart D. Ostro, Nuntavarn Vichit-Vadakan, and Kirk R. Smith, 2541) (ภาษาอังกฤษ) เอกสารฉบับนี้นำเสนอผลกระทบต่อสุขภาพซึ่งสัมพันธ์กับฝุ่นละอองในอากาศในกรุงเทพมหานคร โดยยึดข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพและข้อมูลฝุ่นละอองของกรุงเทพมหานครเป็นหลัก

Measurement and Comparison of Bangkok Diesel Bus Emissions and Performance using On-Board Equipment.(Andrew D. Burnette, and Sandeep kishan, 2541) ในหนังสือ: Air and Noise Pollution Control; Volume 3: 2542

ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อสมรรถภาพปอดของเด็กในกรุงเทพมหานคร (อุดมลักษณ์ ศรีทัศน์, นันทวรรณ วิจิตรวาทการ, สมเกียรติ วงษ์ทิม, สุวัฒน์ เบญจพลพิทักษ์, สุชัย เจริญรัตนกุล, และสุกานดา ปลั่งสุชน, 2543) เป้าหมายที่นำเสนอผลการศึกษานี้เพื่อประเมินผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อสมรรถภาพปอดของเด็กในกรุงเทพมหานคร

1.1.4 หนังสือ

ในจำนวนหนังสือ คู่มือ หรือเนื้อหาขององค์ความรู้ด้านมลพิษทางอากาศที่นำเสนอในเอกสารประกอบการประชุม การฝึกอบรม การสัมมนา นำมาเป็นตัวอย่างเพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาตั้งแต่อดีตโดยมิได้คำนึงถึงคุณภาพของงานสื่อ จะพบหลังปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมา มีจำนวนทั้ง 56 เล่ม จากการสำรวจและวิเคราะห์พบว่ามีการนำเสนอองค์ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศมากที่สุด (22 เล่ม) รองลงมาได้แก่การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ (6 เล่ม) และผลพิษทางอากาศที่มีผลต่อสุขภาพ (6 เล่ม) เป็นต้น กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้มีการนำเสนอสื่อในรูปแบบของหนังสือมากที่สุด โดยจำแนกเป็นหน่วยงานย่อย คือ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (12 เล่ม) ก่อนที่จะมีการแยกเป็น



หน่วยงานอื่นในปี 2535 กรมควบคุมมลพิษ (12 เล่ม) และบริษัทเอกชน (8 เล่ม) เป็นต้น โดยมีเนื้อหาสรุปโดยสังเขปดังนี้

1) หนังสือ คู่มือที่นำเสนอความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศ

คู่มือปฏิบัติการ สำหรับเจ้าหน้าที่พนักงานควบคุมมลพิษในการตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรม เล่มที่ 2 : (ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539) จัดทำโดยภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลเสนอต่อกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เนื้อหาในหนังสือ เล่มที่ 2 นี้ประกอบด้วย ระบบการกำจัดอากาศเสีย การเตรียมการเข้าตรวจโรงงานอุตสาหกรรม ระบบการจัดการข้อมูลการตรวจโรงงาน วิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

มลพิษทางอากาศจากเครื่องยนต์ : ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ : 2530 กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการระบายออกของมลพิษทางอากาศ เช่น ทฤษฎีการทำงานของเครื่องยนต์ประเภทต่างๆ เชื้อเพลิงชนิดต่างๆที่ใช้ในประเทศไทย ซึ่งจะอธิบายถึงลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด แหล่งกำเนิดและชนิดของมลพิษจากส่วนต่างๆ ของรถยนต์ เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษทางอากาศจากรถยนต์วิธีการตรวจวัดหรือวิธีการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ผล

มลภาวะอากาศ (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มาผล, และ ชีระ เกรอด, 2540) หนังสือมลภาวะทางอากาศเป็นหนังสือที่นำเสนอรายละเอียดเบื้องต้นของมลพิษทางอากาศ คุณสมบัติของอากาศ ผลของมลพิษทางอากาศต่อคน สิ่งแวดล้อม อุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ การควบคุมสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศจากเครื่องยนต์ การควบคุมสารมลพิษทางอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม การเก็บ วิเคราะห์ตัวอย่าง กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การจัดการคุณภาพอากาศ (แสงสันต์ พานิช, 2541) เป็นหนังสือที่นำเสนอรายละเอียดในการศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยภาวะมลพิษทางอากาศของประเทศไทยและกรุงเทพมหานครและผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ การวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ การใช้งานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับมลพิษทางอากาศในการพิจารณาการจัดการคุณภาพอากาศด้านอุตสาหกรรม การดำเนินการของรัฐเพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม องค์การที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพอากาศ

มลภาวะอากาศ (ศิริกัลยา สุวจิตตนนท์, วิวัฒน์ ตันชะพานิชกุล, จิภาโอะ คานาโอเกะ, และจุฬามาศ เกตุทัต: 254 2) เป็นหนังสือที่นำเสนอรายละเอียดเบื้องต้นของมลพิษทางอากาศ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อที่สำคัญดังนี้ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ – ลักษณะของแหล่งกำเนิด คุณสมบัติของอนุภาค วิธีการเก็บและการตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศ วิธีการควบคุมสารมลพิษทางอากาศ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

มลพิษทางอากาศจากรถยนต์ (ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ) เป็นหนังสือที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการระบายออกของมลพิษทางอากาศ

2) หนังสือที่นำเสนอการควบคุมมลพิษทางอากาศ

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทย (แสงสันต์ พานิช และคณะ, 2535) ในเอกสาร การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3 บทความนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับปัญหามลพิษทางอากาศโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศทั้งของภาครัฐบาล และประชาชน

ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม (พลพร แสงบางปลา, 2537) กล่าวถึงไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม เป็นหนังสือที่นำเสนอรายละเอียดของมลพิษที่ปล่อยจากเครื่องยนต์ การควบคุม กฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยมีหัวข้อที่สำคัญดังนี้ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ การเผาไหม้และการเกิดมลพิษในเครื่องยนต์เบนซิน การเผาไหม้และการเกิดมลพิษในเครื่องยนต์ดีเซล มลพิษจากเครื่องยนต์และการควบคุม Catalytic Converter อุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษ เช่น NDIR, FID, Gas Chromatograph, Orsat Apparatus ข้อกำหนด ประกาศ กฎข้อบังคับ เกณฑ์ มาตรฐาน กฎกระทรวง ของไอเสียจากเครื่องยนต์ในประเทศไทยและในต่างประเทศ

คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดสารมลพิษ (กรมอาชีวศึกษา, กรมควบคุมมลพิษ และมูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก, 2540) เป็นคู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดสารมลพิษ เป็นหนังสือประกอบการฝึกอบรมในหลักสูตรการปรับแต่งเครื่องยนต์เบนซิน เพื่อลดมลพิษทางอากาศและเสียง ประกอบด้วยหัวข้อที่สำคัญคือ มลพิษทางอากาศและเสียง สถานการณ์และปัญหา สาเหตุและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหารวมทั้งบทบาทของช่างเทคนิคประจำอู่ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ

3) หนังสือที่นำเสนอการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ

รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ” (กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน, 2530) เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม ซึ่งมีเนื้อหาที่นำเสนอคือกระบวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ การประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แนวทางในการพิจารณาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ และ EIA Reviewing Guideline for Air Quality เป็นต้น

การประเมินผลกระทบ(การทำนาย)ด้านอากาศจากโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2534) ในเอกสารงานการฝึกอบรมเรื่อง “ การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ ” เป็นการนำเสนอ การคาดประมาณถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อคุณภาพอากาศในอนาคต จากการคำนวณโครงการหรือกิจการใดๆ สามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานทางทฤษฎีของกฎการแพร่กระจาย

การวิจัยสภาวะแวดล้อมทางอากาศ โดยอาศัยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (แสงสันต์ พานิช, 2536) ในเอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรม สภาวะแวดล้อมและการวิจัยวิทยาศาสตร์ เป็นบทความที่นำเสนอการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากมลพิษทางอากาศ โดยสิ่งที่นำ

ผู้ประสานงาน รศ.ดร. ัญญา หังสพฤกษ์
 ผศ.ดร.วศิน อิงคพัฒนากุล
 อ.ปฐมพงศ์ ศวนวนศ์

ผู้ช่วยผู้ประสาน อ.อรรณณ จิตต์พลกุล
 นางสมพร พิมพ์ศิริ
 นางปัทมา แสงสินทรัพย์

ผู้ช่วยวิจัยฯ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

นายธีรพัฒน์ คล้ายมูข	น.ส.สุกัญญา เพ็งมา
น.ส.ดุชนี นิลุบล	นายอิทธิฤทธิ์ เผ่าวัฒนา
นายธเนศ ธรรมปัดกสุทธิ	น.ส. กุลภรณ์ นกจันทร์
นายอิทธิฤทธิ์ เผ่าวัฒนา	นายรัฐชา ชัยชนะ
นายอุดมกานท์ สุขเสริม	

ผู้ช่วยวิจัยฯ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

นายทรงศักดิ์ ทรัพย์ประพาศ	นายศิวพันธุ์ ชูอินทร์
น.ศ. ัญญา เหมภักทสุวรรณ	น.ศ.ศรจระวี จันทร์หอม
น.ศ.สมปรารถนา มหาผล	นายศุภณัฐ ศรีพิทยางกูร
น.ศ.จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์	นายวัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์
น.ศ. เพชรดา บัวสมบูรณ์	นายพลธร เวณันท์
นายณทรีนทร์ ำรุงศรี	น.ศ. วัชรีย์ ผลเดชสถาพร

รหัสโครงการ : RDG3/22/2543

ชื่อโครงการ : โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรไทย

ชื่อนักวิจัย : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

email address : deanen@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : พฤษภาคม 2543 – มีนาคม 2545

โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย มี
เป้าหมายเพื่อศึกษาทบทวนองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของ
ประเทศไทยในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา สำรวจสถานภาพองค์ความรู้ทางวิชาการในปัจจุบัน ความ
สามารถในการตอบสนองต่อพลวัตของปัญหา ช่องว่างทางความรู้ เพื่อกำหนดทิศทางการ
พัฒนาและวิจัยในอนาคต และเพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาวิจัยและผลต่อเนื่องต่อการเรียน
การสอน

การสืบค้น รวบรวม ทบทวน และวิเคราะห์งานศึกษาวิจัย แบ่งเป็น 3 หัวข้อหลัก คือ
การจัดการมลพิษ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสังคมและสิ่งแวดล้อม ผลการวิเคราะห์
องค์ความรู้ ปรากฏว่างานที่ผ่านมาสามารถตอบสนองต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงได้ในระดับหนึ่ง
เท่านั้น ยังคงมีช่องว่างขององค์ความรู้อีกไม่น้อย ในภาพรวมเพื่อเติมช่องว่างให้ประเทศไทย
สามารถพัฒนาได้ต่อไปอย่างยั่งยืน งานศึกษาวิจัยควรไปในทิศทางที่เน้นการสร้างจิตสำนึกแก่
ประชาชน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การแก้ปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ที่ต้นเหตุ การจัดรูปแบบองค์กรตลอดจนแนวทางในการปรับแก้กฎหมายที่เกี่ยวข้อง สร้าง
ระบบฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร และในท้ายที่สุดการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบโดย
คำนึงถึงความเกี่ยวเนื่องของปัญหา

งานทั้งหมดที่สืบค้นและรวบรวมได้ถูกนำไปจัดสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อประโยชน์ต่อผู้
สนใจและเป็นหลักสำหรับการต่อยอดองค์ความรู้ต่อไป

คำหลัก : ทรัพยากร สิ่งแวดล้อม การบริหารจัดการ

Project Code : RDG3/22/2543

Project Title : Research Project on Review State of Knowledge of Thailand's
Environment and Resource Management

Investigators : Department of Environmental Science, Faculty of Science,
Silpakorn University
Department of Environmental Science, Faculty of Science and
Technology, Thammasart University
Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

email address : deanen@mahidol.ac.th

Project Duration : May 2000 – March 2002

Project on Review State of Knowledge of Thailand's Environment and Resource Management's objective is to search, compile, review and analyze academic papers studied in Thailand in the past 40 years.

The papers are categorized into three main groups ; namely Pollution Management, Natural Resource Management, and Society and Environment. The literature review shows that current knowledge is able to react to dynamic of environmental change only to a certain degree. The gap of knowledge is considerably large. For Thailand's sustainable development sake, future work should focus on public awareness, efficient use of natural resource, alleviating pollution problem at source, appropriate form of organization including amendment of relevant law and regulation, environment and natural resource database and lastly, always bearing in mind the interdependence of the problem.

Environment and resource literature database is also created for benefit of public and for use as starting point to develop further from already known.

Key Words : Environment Resource Environmental and Resource Management

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย Research Project on Review State of Knowledge of Thailand's Environment and Resource Management

ความตื่นตัวและรับรู้ถึงความสำคัญของเรื่อง “สิ่งแวดล้อม” ในฐานะที่เป็นปัญหาในทางการบริหารจัดการและเป็นผลกระทบสืบเนื่องจากระบบการพัฒนาของประเทสนั้น นับว่ามีวิวัฒนาการมาในระยะเวลาไม่ยาวนานเท่าใดนัก เช่นเดียวกับกระแสความตื่นตัวของสิ่งแวดล้อมโลกที่เริ่มมาในยุคของ Silent Spring เมื่อปี ค.ศ.1962 ที่ผ่านมานี้เอง

แต่ด้วยอัตราเร่งของวิกฤตการณ์ของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาน้อยกว่าครึ่งศตวรรษที่ผ่านมา ได้ผลักดันให้เกิดการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้เพื่อเข้าจัดการแก้ไขปัญหารวมถึงการแสวงหาแนวทางในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้น จนเกิดการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมในเชิงการศึกษาวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง จนอาจกล่าวได้ว่า “สิ่งแวดล้อม” ได้ปรากฏ “ตัวตน” เป็นเนื้อหาหลักประการหนึ่งในการศึกษาวิจัยที่ไม่มีใครสามารถปฏิเสธได้

แต่กระนั้นก็ตาม หากสังเกตกระบวนการการสร้างองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรอย่างใกล้ชิดแล้ว จะพบว่ามีการพัฒนาและความเฉพาะด้าน (Uniqueness) อยู่หลายประการ คือ ประการแรก ความรู้ที่ว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมมิได้เป็นความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นบนรากฐานทางทฤษฎีที่เป็นของตนเองเสียทีเดียว แต่เป็นการสร้างองค์ความรู้บนการต่อยอดศาสตร์ (discipline) ทางด้านอื่นๆ แทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ หรือนุญศาสตร์และสังคมศาสตร์ ก็ตาม ประการที่สอง การสร้างองค์ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นมาพร้อมๆ กับวาทกรรมการสร้างองค์ความรู้ (discourse on epistemology) ที่ว่าด้วยการศึกษาแบบบูรณาการ (integrative approach) หรือการสร้างองค์ความรู้แบบองค์รวม (holistic) ที่เน้นย้ำว่าเราต้องปรับเปลี่ยนมุมมองในการศึกษาใหม่ จากการศึกษาแบบแยกส่วนมาสู่การมองเห็นทุกสิ่งทุกอย่างเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ตรงนี้จึงเป็นความซับซ้อนในวงวิชาการหากที่ต้องจะแบ่งแยกเรื่องสิ่งแวดล้อมออกมากล่าวถึงในฐานะ “ศาสตร์” ที่เป็นของตนเอง (a single discipline) อย่างเป็นระบบ และประการสุดท้าย ในท่ามกลางข้อจำกัดดังกล่าว ในอีกด้านหนึ่งก็มีความชัดเจนมากขึ้นเรื่อยๆ ว่า เรื่องสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรนั้นเป็นเรื่องที่มีมิติเชื่อมโยงกับมนุษย์ สังคม และพฤติกรรมอย่างแยกไม่ออก เชื่อมโยงทั้งในฐานะ “สาเหตุ” และในฐานะ “ทางออก” ของปัญหา จนอาจกล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรเป็นเรื่องของ “กระบวนการและการบริหารจัดการ” (process and management) จึงอาจพอทำให้เกิดความชัดเจนได้บ้างว่า ในการสร้างองค์ความรู้ที่ว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรนั้นจะมีความเฉพาะเป็นตัวของตัวเองได้นั้น ก็คงจะต้องศึกษาวิจัยโดยยึดเอาเรื่องของ “การบริหารจัดการ” เป็นแกนหลักในการวิเคราะห์และสร้างองค์ความรู้

หนึ่ง หากสังเกตกระบวนการศึกษาวิจัยในด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง การจัดการแก้ไขปัญหามลพิษ (เทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีการกำจัดขยะ การจัดการสารพิษ) การจัดการทรัพยากร (ระบบป่าไม้ ป่าชายเลน ประมง การใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการทรัพยากรน้ำ) และรวมถึงการศึกษาในเชิงนโยบายและการวางแผนนั้น จะพบว่ามีการศึกษาวิจัยที่กว้างขวางและมีปริมาณมากพอสมควร แต่การวิจัยจำนวนไม่น้อยยังอาศัยฐานคิดและแนวทางในการจัดการแก้ไขบนฐานความรู้จากทางตะวันตกเป็นสำคัญ นวัตกรรมที่เกิดขึ้นกับสังคมไทยจึงเป็นไปอย่างจำกัด ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยมีการศึกษาและจัดทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) มาเป็นเวลายาวนานนับแต่ปี 2518 เป็นต้นมา คาดว่ามีการผลิตเอกสารการศึกษามาแล้วนับพันรายการ แต่หากจะตั้งคำถามว่า ตัวองค์ความรู้ว่าด้วยการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในบริบทของสังคมไทยคืออะไร เครื่องมือและมาตรการในการป้องกันแก้ไขปัญหาส่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับสังคมไทยเป็นอย่างไร เกณฑ์การวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในแต่ละด้านเป็นอย่างไร และถึงที่สุดคือการถามว่า EIA เหมาะสมกับสังคมไทยจริงหรือไม่

คำถามเหล่านี้ สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องเร่งประมวลสถานการณ์ความรู้ที่เป็นของคนไทยว่าขณะนี้รู้อะไร มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เท้าหนักกับปัญหาที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วหรือไม่ อะไรคือช่องว่างความรู้ที่เกิดขึ้น และการพัฒนาองค์ความรู้ว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของไทยควรพัฒนาและให้น้ำหนักอย่างไรในอนาคต ฉะนั้นหากสังคมตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาส่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เกิดขึ้น และเห็นว่านับวันจะวิกฤติและซับซ้อนยิ่งขึ้นทุกขณะ ก็ยังจำเป็นต้องเร่งรื้อสร้าง (Reconstruct) ตัวองค์ความรู้สำรวจประมวลพรมแดนแห่งความรู้ เพื่อเป็นรากฐานในการป้องกันและแก้ไขปัญหายังมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงของปัญหาที่เรียกได้ว่าเป็นสภาพวิกฤติในขณะนี้ ให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์และแก้ปัญหาย่างตรงจุดตรงประเด็นทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อย่างชาญฉลาดต่อไปในอนาคต

ในโครงการนี้ยกประเด็นที่พบทวนองค์ความรู้ออกเป็น 3 หมวดและหัวข้อย่อยดังนี้

การจัดการมลพิษ (Environmental Pollution Management)

- การจัดการมลพิษทางอากาศ
- การจัดการมลพิษทางเสียง
- การจัดการมลพิษในดิน
- การจัดการน้ำเสีย
- การจัดการมูลฝอย

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (National Resources Management)

- การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ
- การจัดการทรัพยากรน้ำ
- การจัดการทรัพยากรป่าไม้

- การจัดการทรัพยากรพื้นที่ชายฝั่ง
- การจัดการทรัพยากรดิน
- การจัดการทรัพยากรแร่ธาตุ
- แบบสำรวจระบบนิเวศวิทยา

สังคมและสิ่งแวดล้อม (Society and Environmental)

- การมีส่วนร่วมของประชาชน
- สิ่งแวดล้อมศึกษา
- เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การประเมินมูลค่า)
- สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม
- การวางแผนสิ่งแวดล้อมเมืองและภาค

โดยในแต่ละหัวข้อได้สืบค้นรวบรวมงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา เพื่อทบทวนสถานภาพองค์ความรู้ วิเคราะห์การสร้างองค์ความรู้ที่ผ่านมาสามารถตอบสนองต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงของสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ดีเพียงใด อะไรคือช่องว่างในองค์ความรู้และทิศทางและประเด็นในการศึกษาวิจัยในอนาคตควรเป็นอย่างไร

งานศึกษาวิจัยทั้งหมดได้ถูกนำมาจัดสร้างระบบฐานข้อมูลซึ่งผู้ที่สนใจสามารถใช้ประโยชน์ได้จาก Website : WWW.environment.mahidol.ac.th เป็นการยกระดับมาตรฐานการศึกษาวิจัยและผลต่อเนื่องต่อการเรียนการสอนทางด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของประเทศ นอกจากนี้ในแต่ละหัวข้อได้แนะนำงานศึกษาวิจัยที่สมควรอ่านสำหรับผู้สนใจในหัวข้อนั้น ๆ ไว้ด้วย

ในด้านปริมาณจากการสืบค้นและทบทวนพบว่างานศึกษาวิจัยในด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นับตั้งแต่ปี 2504 หากมองในด้านคุณภาพปรากฏว่าสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ยังคงมีช่องว่างขององค์ความรู้อีกช่วงใหญ่ที่ต้องเสริมเพื่อให้ประเทศสามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืน ในภาพรวมทิศทางการศึกษาวิจัยควรเน้นการสร้างจิตสำนึกแก่ประชาชน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การลดปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ต้นเหตุ การจัดรูปแบบองค์กรและปรับแก้กฎหมายที่เกี่ยวข้อง สร้างระบบฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร และการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบคำนึงถึงความเกี่ยวเนื่องของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแผนการปฏิรูปการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศไทย

โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย การจัดการมลพิษ

ในส่วนของหมวดมลพิษ โครงการได้แบ่งออกเป็น 5 ประเภทมลพิษ ได้แก่ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง มลพิษในดิน น้ำเสีย และมูลฝอย โดยจำเป็นต้องละมลพิษประเภทของเสียอันตราย (Hazardous Waste) ไป เนื่องด้วยในขณะเริ่มโครงการ นักวิจัยด้านนี้ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้

จากการสืบค้นพบว่างานศึกษาในด้านมลพิษในประเทศไทยมีขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 หรือในช่วงต้นของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 โดยเป็นเรื่องมลพิษทางอากาศ และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย สอดคล้องกับการปรับโครงสร้างการผลิตของประเทศ นำมาซึ่งปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งมีผลงานออกมามากที่สุดในช่วงแผนฯ 7 (2535-39) ลักษณะของงานศึกษาสามารถแบ่งได้เป็นหนังสือ วิทยานิพนธ์ (ระดับปริญญาโทและเอก) งานวิจัย รายงานและบทความ ปรากฏว่างานศึกษาในลักษณะวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทมีออกมามากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนกว่าครึ่งของงานศึกษาในด้านมลพิษทั้งหมด

ในการทบทวนองค์ความรู้ได้มีการแบ่งย่อยของมลพิษแต่ละประเภทคือ

1. มลพิษทางอากาศ (1-01-02) แยกเป็นความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศ การควบคุมมลพิษทางอากาศ การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศรวมทั้งการใช้แบบจำลองในการประเมินคุณภาพอากาศ การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดนและผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ
2. มลพิษทางเสียง (1-02-00) แยกเป็นมลพิษทางเสียงทั่วไป มลพิษทางเสียงจากการจราจร มลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม และรายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียงและการตรวจวัด
3. มลพิษในดิน (1-04-00) แยกเป็นปัญหาทางกายภาพ ปัญหาทางเคมี และปัญหาทางชีวภาพ
4. น้ำเสีย (1-03-00) แยกเป็นน้ำเสียจากอุตสาหกรรม น้ำเสียจากชุมชน และน้ำเสียจากการเกษตร
5. มูลฝอย (1-06-00) แยกเป็นความรู้ด้านประเภทและชนิด สื่อเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับมูลฝอยและการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองท้องถิ่นในประเทศไทย

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือเลขหมวดหมู่ในระบบฐานข้อมูลเพื่อการสืบค้น

จากการรวบรวม ทบทวนและวิเคราะห์ สำหรับด้านมลพิษในภาพรวม พบว่า ยังไม่สามารถตอบสนองได้ในระดับที่น่าพอใจ งานศึกษาวิจัยด้านนี้ควรเน้นในทิศทางดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาที่ต้นเหตุด้วยการลดมลพิษที่เกิดขึ้น

2. องค์ความรู้พื้นฐานมลพิษด้านอากาศทางเคมีและสารพิษ มลพิษด้านเสียงจากอุตสาหกรรม ค่ามาตรฐานสำหรับ โลหะหนักในดิน
 3. ฐานข้อมูลสถานภาพของมลพิษแต่ละประเภท
 4. ประเมินผลกระทบของมลพิษแต่ละประเภท
 5. การประยุกต์เครื่องมือในการวิจัยและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทย
 6. การศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาวิธีที่ดีขึ้นหรือเพิ่มประสิทธิภาพแก่วิธีการปัจจุบัน
 7. การศึกษาควมมองในภาพกว้างเนื่องจากมลพิษสามารถเปลี่ยนรูปแบบการปนเปื้อนได้ ดังนั้นการบำบัดน้ำทิ้งจนได้มาตรฐานยังไม่ถือว่าภารกิจเสร็จสิ้น ตะกอนที่เหลือยังสามารถปนเปื้อนทำความเสียหายต่อดิน
- ในท้ายรายงานแต่ละหัวข้อ ผู้วิจัยได้แนะนำงานศึกษาวิจัยที่อ่านสำหรับผู้สนใจในหัวข้อนั้นๆ

โครงการวิจัยสำรวจพรมแดนความรู้การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย
การจัดการมลพิษ

1. การจัดการมลพิษทางอากาศในประเทศไทย

โดย ผศ.ดร. วราวุธ เสือดี

อ.รัฐพล อ้นแจ้ง

2. การจัดการมลพิษทางเสียงในประเทศไทย

โดย ผศ.ดร. วราวุธ เสือดี

3. การจัดการมลพิษทางเสียง

โดย ผศ. ถิรพล ปุณณกันต์

4. การจัดการมลพิษในดิน

โดย ผศ.ดร. บัณฑิต อนูรักษ์

5. การจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม

โดย ดร. วินัย นุตมากุล

6. การจัดการน้ำเสียจากชุมชน

โดย ผศ.อุษณีย์ อุยะเสถียร

7. การจัดการน้ำเสียจากเกษตรกรรม

โดย ผศ. อุษณีย์ อุยะเสถียร

8. การจัดการมูลฝอย

โดย อ.สมพงษ์ ธงไชย

**การจัดการมลพิษทางอากาศ
ในประเทศไทย**

การจัดการมลพิษทางอากาศในประเทศไทย

(Air Pollution Management)

วราวุธ เสือดี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รัฐพล อันเนื่อง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิจัยสำรวจพรมแดนแห่งความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ ได้ใช้โจทย์การวิจัยของร่างโครงการวิจัยหลักเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตการศึกษาและวิธีการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การทบทวนวรรณกรรม
2. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้
3. การวิเคราะห์ทิศทางการศึกษาวิจัยในอนาคต

โดยมีรายละเอียดของขอบเขตการศึกษาและวิธีการวิจัย ในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การทบทวนวรรณกรรม

การกำหนดขอบข่ายขององค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ เป็นกระบวนการแรกที่จะต้องกำหนดในการทบทวนวรรณกรรม เพื่อสร้างกรอบในกระบวนการสืบค้น จากนั้นจะศึกษาในรายละเอียดขององค์ความรู้ทางด้านการจัดการมลพิษทางอากาศตามขอบข่ายที่กำหนดไว้ โดยวิธีสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และทำการวิเคราะห์ใน 2 มิติ คือ สถานภาพองค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ และสภาพปัญหามลพิษทางอากาศ

1.1 ขอบข่ายองค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ

กำหนดขอบข่ายขององค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ ดังนี้

1.1.1 ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศ

- 1.) ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศจากการจราจร
- 2.) ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศด้านอื่นๆ

1.1.2 การควบคุมมลพิษทางอากาศ

- 1.) การควบคุมมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป
- 2.) การควบคุมมลพิษทางอากาศจากการจราจร
- 3.) การควบคุมมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

1.1.3 การประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศรวมทั้งการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินคุณภาพอากาศ

- 1.) การประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป
- 2.) การประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศจากการจราจร
- 3.) การประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

1.1.4 การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

1.1.5 มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน

1.1.6 ผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ

1.2 การสืบค้นข้อมูล

1.2.1 แหล่งสืบค้นข้อมูล

แหล่งสืบค้นข้อมูล ได้แก่ หน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน และองค์กรเอกชน (NGOs) ที่ทำการวิจัย พัฒนา รวมทั้งการปฏิบัติการ และค่านิยมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศในช่วง 39 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2504 – 2542) หน่วยงานที่ได้ดำเนินการสืบค้น มีดังนี้

1) กระทรวง/กรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงสาธารณสุข

สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข

กรมอนามัย

กระทรวงอุตสาหกรรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

2) มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

3) สมาคม/สถาบัน/มูลนิธิ

สมาคมวิศวกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทย

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

มูลนิธิโลกสีเขียว

4) หน่วยงานเอกชน

1.2.2 ประเภทของสื่อที่ทำการสืบค้นข้อมูล

ประเภทของสื่อที่ทำการสืบค้นข้อมูล มีขอบเขตและเนื้อหาของ การสืบค้น ดังนี้

1) วิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท และปริญญาเอก ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

2) รายงานการศึกษา

รายงานการศึกษาเฉพาะเรื่อง รายงานสถานการณ์มลพิษ รวมทั้งรายงาน
การศึกษาความเหมาะสมจากหน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน : ศึกษาสรุปรายงานสรุป
(Summary Report) จากรายงานการศึกษาของหน่วยงานที่ถูกคัดเลือก

3) งานวิจัย

รายงานการวิจัยเฉพาะเรื่อง และงานวิจัยจากเอกสารประกอบการสัมมนา

4) หนังสือ

หนังสือด้านมลพิษทางอากาศ ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ รวมทั้งคู่มือ
การศึกษา เอกสารการฝึกอบรม และเอกสารประกอบการสัมมนา

5) วารสารทางวิชาการ

งานวิจัย และบทความทั่วไปในวารสาร วารสารที่ทำการสืบค้นโดยสังเขป
มีดังนี้

- วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- วารสาร ก.พ.
- วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- วารสารอนามัย
- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า
- วิศวกรรมสาร
- วารสารสิ่งแวดล้อม

1.2.3 ระยะเวลาสืบค้น : กำหนดระยะเวลาการสืบค้นในช่วง พ.ศ.2504 ถึง พ.ศ.2542

1.2.4 จัดกลุ่มองค์ความรู้: จัดกลุ่มองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นตามขอบข่ายองค์ความรู้ ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 1.1 และจัดกลุ่มตามแหล่ง ข้อมูล ประเภทของข้อมูล และปีที่เผยแพร่ ดังแสดงในตารางที่ 1, 2, 3 และ 4

1.3 การศึกษาสถานภาพองค์ความรู้และสภาพปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ

การศึกษาสถานภาพองค์ความรู้และสภาพปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ แสดงดังตารางที่ 1, 2, 3 และ 4

ตารางที่ 1 สรุปการจำแนกจำนวนสื่อตามแหล่งข้อมูล

ประเภทของสื่อ	จำนวน
วารสาร	156
วิทยานิพนธ์	92
งานวิจัย	71
รายงาน	40
หนังสือ	56
รวม	415

จากตารางที่ 1 พบว่าจำนวนสื่อด้านมลพิษทางอากาศที่สามารถสืบค้นได้ในช่วง พ.ศ.2504 ถึง ตุลาคม พ.ศ.2543 มีทั้งสิ้น 415 เรื่อง แบ่งออกเป็น วารสาร 156 เรื่อง วิทยานิพนธ์ 92 เรื่อง งานวิจัย 70 เรื่อง รายงาน 40 เรื่อง และหนังสือ 57 เรื่อง

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการจำแนกสื่อตามแหล่งข้อมูล

หน่วยงาน	ประเภทข้อมูล					รวม
	หนังสือ/คู่มือ	วิทยานิพนธ์	งานวิจัย	รายงาน	วารสาร *	
กรมควบคุมมลพิษ	12	-	9	13	1	35
กรมอนามัย/กระทรวงสาธารณสุข	7	-	6	2	1	16
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	1	-	2	8	-	11
กรมวิทยาศาสตร์บริการ	-	-	1	-	1	2
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฯ	12	-	2	4	-	18
สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม	1	-	1	1	-	3
สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	6	-	4	-	1	11
ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมสิ่งแวดล้อม	-	-	7	-	-	7
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาฯ	2	-	17	1	3	23
สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย	1	-	6	1	1	9
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย	-	-	1	-	3	4

เสนอประกอบด้วย ข้อดีข้อเสียของการตรวจวัดมลพิษทางอากาศและการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ (ทิศทางและความเร็ว ลม, การแพร่กระจาย, การเปลี่ยนแปลงของมลพิษทางอากาศ, ข้อมูลที่ต้องการในการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบเกาส์เซียน การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในประเทศไทย เป็นต้น

เอกสารประกอบการฝึกอบรม “การประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์” (กรมควบคุมมลพิษและสถาบันสถานะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543) เป็นหนังสือที่เป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านคุณภาพอากาศโรงงานอุตสาหกรรม (กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม) เป็นเอกสารที่อธิบายมลพิษทางอากาศในเบื้องต้น และกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4) หนังสือที่นำเสนอการติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

การตรวจวัดคุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534) บทความในรายงานการฝึกอบรมเรื่อง “ การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ” กล่าวถึงการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทยนั้น โดยทั่วไปยึดถือหลักเกณฑ์วิธีการตรวจวัดตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ.2524

การใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศและการบำรุงรักษา (สุรัช เลิศธีระกุล , 2534) ใน รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “ การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ ”

วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในปล่องโรงงาน ตามวิธีของ United States Environmental Protection Agency (ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2538) กล่าวถึง วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในปล่องโรงงาน ตามวิธีของ United States Environmental Protection Agency เป็นคู่มือสำหรับการเก็บตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญเรียงตามลำดับในการปฏิบัติงาน

การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (วีระเทพ กิจธิธาดา นิยม, 2540) กล่าวถึงการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ เป็นหนังสือที่อธิบายการวิเคราะห์คุณภาพอากาศด้วยเครื่องมือตรวจวัดแบบอัตโนมัติ

เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการอบรมการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่อง และการควบคุมมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด (บริษัท ซีคอน จำกัด, 2542) เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการอบรมการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่อง และการควบคุมมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด

วิธีการตรวจวัดก๊าซและความหนาแน่นของควันจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2542) กล่าวถึง วิธีการตรวจวัดก๊าซและความหนาแน่นของควันจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการนำเสนอขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเข้มข้นของ

สารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรมออกสู่บรรยากาศ วิธีการตรวจวัดค่าความหนาแน่น
ควันจากปล่อง (Ringlemann's Method)

5) หนังสือที่นำเสนอผลของมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน

Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990 : part 1 (Thailand Environment Institute, 2540)

เป็นหนังสือที่นำเสนอข้อมูลการตรวจวัด เช่น ข้อมูลของก๊าซเรือนกระจก

ฝนกรด (วิษณุ พิลาแดง และมูทิศา เติญยวัฒน์ชัย, 2542) บทความในตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับ
เฉลิมพระเกียรติ

6) หนังสือที่นำเสนอผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ

กลวิธีการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นการจราจร (มาริษา เพ็ญสวด ภูิกัญญกุล, 2542) ในหนังสือ
ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรณามหาราชา

ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศในกรุงเทพมหานคร (วิชัย เอกพลกร 2542) ในหนังสือ
ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรณามหาราชา

อากาศพิษในอาคาร (สมชัย บวรกิตติ, 2542) ในหนังสือตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระ
เกียรติ 72 พรรณามหาราชา

1.1.5 วารสารทางวิชาการ

บทความที่น่าสนใจในวารสารทางวิชาการขององค์ความรู้ด้านมลพิษทางอากาศที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้มี
ประสงค์ที่จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาตั้งแต่อดีตโดยมิได้คำนึงถึงคุณภาพ มีจำนวนทั้ง 156 บทความ
จากการสำรวจและวิเคราะห์พบว่ามีบทความนำเสนอบทความด้านความรู้ด้านมลพิษทางอากาศข้าม
พรมแดนมากที่สุด (42 บทความ) รองลงมาได้แก่ความรู้พื้นฐานโดยทั่วไปด้านมลพิษทางอากาศ (29บทความ)
และความรู้พื้นฐานโดยทั่วไปด้านมลพิษทางอากาศจากการจราจร (24 บทความ) เป็นต้นโดยมีเนื้อหาสรุปโดย
สังเขปดังนี้

1) บทความด้านความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป

ความรู้ทั่วไปเรื่องอากาศเสีย (นิตยา มหาผล, 2521) ในวารสารจดหมายข่าวสภาวะแวดล้อมเป็นบทความ
ที่น่าสนใจความรู้ทั่วไปของมลพิษทางอากาศ นำเสนอในรูปแบบถามตอบ เช่น อากาศเสีย คือ การที่มีสิ่ง
แปลกปลอมเข้าไปทำให้ส่วนประกอบผิดไปจากที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ

มาตรการป้องกันระยะยาว : อันตรายจากสารมลพิษทางอากาศในเขต กทม. (ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ,
2534) วารสารวิศวกรรมสาร ฉบับเทคโนโลยี กล่าวถึงสารมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร อันตรายต่อ
สุขภาพของประชาชนอันเนื่องมาจากสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองที่สามารถแขวนลอยอยู่ได้ในอากาศ,
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์, สารไฮโดรคาร์บอน, ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ จากท่อลมให้มุ่งเน้นในการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ไขทั้งในระยะยาวและระยะเร่งด่วน เช่น มาตรการแรกให้ถนนในกรุงเทพมหานครวางที่จะถ่ายเทอากาศบ้างโดยการกำหนดรถที่วิ่งผ่านถนนในบางช่วงเวลา

มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (เทพวิฑูรย์ ทองศรี, 2535) วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ กล่าวถึงโรงงานผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทย และมลภาวะที่เกิดจากโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่สำคัญ คือ กลิ่นและฝุ่น มีการสำรวจและให้ความเห็นว่าโดยมากมลภาวะเกิดมาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยสรุปว่าสำหรับฝุ่นนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการขนถ่ายวัตถุดิบ การบรรจุผลิตภัณฑ์และในไซโคลนหลังจากการอบแห้งวัตถุดิบ จากเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นพลังงานซึ่งทำให้มีฝุ่นชี้นำออกไปสู่สิ่งแวดล้อม

อากาศเป็นพิษ ภัยที่มองไม่เห็น (สุวรรณ บุญกล้า, 2535) ปรากฏวิศวกรรมสาร ฉบับ วสท. เทคโนโลยี (EIT Technology) บทความนี้กล่าวถึงอากาศที่เป็นพิษโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร โดยผู้เขียนได้แสดงตัวเลขการเพิ่มของยานพาหนะและการคาดประมาณปริมาณมลพิษในปัจจุบันและในอนาคตอันเกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเป็นผลการวิจัยของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย สุดท้ายได้กล่าวถึงวิธีแก้ปัญหาโดยการรณรงค์การใช้ มาตรการทางกฎหมาย ทั้งในเรื่องการจราจรขนส่งและอุตสาหกรรมแต่อย่างไรก็ดีการแก้ปัญหาในระยะยาวจะอยู่ที่การสร้างจิตสำนึกให้ทุกคนตระหนักถึงภัยอันตรายจากมลภาวะทางอากาศ

ผลกระทบจากโรงไฟฟ้าพลังถ่านหินกรณีตัวอย่างแม่เมาะ (วราวุธ เสือดี, 2536) ในวารสารโลกสีเขียว เป็นบทความที่กล่าวถึงผลของการระบายสารมลพิษทางอากาศที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในกรณีของโรงไฟฟ้าพลังถ่านหินกรณีตัวอย่างแม่เมาะ

มลพิษทางอากาศ ในกรุงเทพมหานคร (อารัมภรัตน์ รัชดานุรักษ์, 2541) วารสารจารย์พา กล่าวถึงปัญหามลภาวะทางอากาศในกรุงเทพมหานคร ต้นเหตุของปัญหาจากการจราจร การขาดความเข้มงวดในการควบคุมการปล่อยอากาศเสียจากยานพาหนะ เสนอแนะวิธีการแก้ไขปัญหานั้นทำได้โดย เข้มงวดในการควบคุมการปล่อยอากาศเสียจากยานพาหนะ ปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง การเอาใจใส่ดูแลยานพาหนะ และการแก้ไขปัญหาจราจรที่ติดขัด

ดัชนีคุณภาพอากาศ (นพภาพร พานิช, 2541) ปรากฏใน วารสารสิ่งแวดล้อม ในบทความนี้นำเสนอรายละเอียดการกำหนดค่าดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา และแนวทางการกำหนดค่าดัชนีคุณภาพอากาศในประเทศไทย

มลพิษจากการเผาไหม้ของเสียมีพิษ (อมรรัตน์ ศรีไพจิตร, 2542) ปรากฏใน วารสาร กฟผ. กล่าวถึงมลภาวะจากการเผาไหม้ การปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศ ปัญหาด้านกลิ่นและฝุ่นในระหว่างการทำงาน การเก็บและการจัดการ การควบคุมแก๊สเสียสารพิษประเภทโลหะ การปล่อยไดออกซินและฟิวแรน กระบวนการ ไพโรไลซิส รวมทั้งมีการนำเสนอรูปของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากก๊าซไอเสีย

เตาเผาขยะและสารมลพิษที่ระบายออก (วราวุธ เสือดี, 2542) ปรากฏวารสารพลังงาน บทความนี้นำเสนอการเผาขยะและแนวโน้มของการระบายสารมลพิษทางอากาศที่จะเกิดขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะชนิดของเตา และลักษณะการใช้งาน และกล่าวถึงก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของคาร์บอนและก๊าซอินทรีย์ที่สำคัญเช่น ไดออกซิน

2) บทควมด้านความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศจากการจราจร

ปัญหาอากาศเสียของกรุงเทพมหานคร (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, 2526) ปรากฏในสารสิ่งแวดล้อม บทความนี้กล่าวถึง อากาศเสียในกรุงเทพมหานครที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของ ชุมชนโดยปริมาณอากาศเสียที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดในกรุงเทพมหานคร และเสนอแนะว่าการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศของกรุงเทพมหานคร จะสำเร็จได้ต้องอาศัย ความเข้าใจถึงสาเหตุของอากาศเสีย ความตระหนัก ในผลร้ายของอากาศเสีย และความรู้ทางเทคนิคและความร่วมมือพร้อมใจกันที่จะแก้ไขปัญหาโดยรัฐบาล และเอกชนร่วมกันทุกฝ่าย

ปัญหาการจราจรที่มีผลต่อสภาวะแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร (ครรชิต ผิวนวล, 2528) ในวารสารจุลสารสภาวะแวดล้อม เป็นบทความที่น่าสนใจในเรื่องของปัญหาการจราจร โดยมุ่งเน้นปัญหาการจราจรที่มีผลต่อสภาวะแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร

การจราจรกับปัญหาอากาศเสีย (นพภาพร พานิช, 2532) ในวารสารนิเวศวิทยาเป็นบทความที่เสนอปัญหาการจราจรในปัจจุบัน ซึ่งเกิดจากรถเพิ่มปริมาณขึ้นทุกประเภท ขณะที่ระบบถนนยังไม่เพียงพอและขาดการจัดการที่ดี จึงส่งผลให้ปัญหาอากาศพิษในกรุงเทพฯ รุนแรงขึ้น ทั้งที่มีการควบคุม แต่ยังมีผู้ทำผิดกฎจราจรและการควบคุมสภาพรถยนต์ขาดความเข้มงวด

น้ำมันไร้สารตะกั่ว..... ก้าวที่หนึ่งของการลดปัญหามลพิษทางอากาศ (เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์, 2534) ในจุลสารสภาวะแวดล้อมบทความนี้ได้นำเสนอเรื่องราวของสารตะกั่วที่ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะ วัตถุประสงค์ของการเติมสารตะกั่วในรูปของ Tetramethyl Lead (TML) หรือ Tetraethyl Lead (TEL)

มลพิษจากไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล (มานิต เมือกสกนธ์, 2534) ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นบทความที่น่าสนใจไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ออกซิเจน ไนโตรเจน และอื่นๆ และมีเขม่าออกมาด้วย ปริมาณของสิ่งเหล่านี้จะมากน้อยแล้วแต่ว่าเป็นขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาหรือเดินโดยใช้กำลังเต็มที่ ขณะเดินเบามี NO_x ประมาณ 0.005-0.025 % โดยปริมาตร, HC ประมาณ 0.05-0.06 % โดยปริมาตร และ CO ประมาณ 0.01-0.045 % โดยปริมาตร เป็นต้น

ร่วมสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อม เพื่ออากาศบริสุทธิ์ (ศูนย์ประชาสัมพันธ์ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2535) ในวารสารวิศวกรรมก้าวหน้าบทความนี้ได้นำเสนอเนื้อหาของมลพิษทางอากาศที่เกิดจากยานพาหนะ การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น การควบคุมมลสารจากท่อไอเสียของยานยนต์ ซึ่งได้แก่ รถยนต์ รถประจำทาง รถบรรทุก รถมอเตอร์ไซด์

มาตรฐานไอเสียยานยนต์ในประเทศไทย (พุลพร แสงบางปลา และรัชดา อิศระเสนารักษ์, 2536) ในวารสาร สสท. ฉบับเทคโนโลยี บทความนี้เป็นการเสนอมาตรฐานไอเสียยานยนต์ของประเทศไทย โดยอาศัยของมาตรฐานไอเสียยานยนต์ของประเทศต่างๆ ในยุโรป (ECE) สิงคโปร์และมาเลเซีย เนื่องจากการศึกษารูปแบบของการขับเคลื่อนคล้ายคลึงกับรูปแบบที่มาตรฐาน ECE กำหนดไว้ ผลการศึกษานี้ทำให้ได้เกณฑ์กำหนดปริมาณสารมลพิษจากรถยนต์ประเภทต่างๆ (15 ก.พ. 2535) โดยแบ่งเป็น รถยนต์ประเภทเบนซิน ดีเซลเล็ก ดีเซลใหญ่ และจักรยานยนต์

Addressing air pollution problems from mobile sources in Bangkok. (Wangwongwatana, Supat, 2536) ในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม บทความนี้นำเสนอเรื่องปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร ที่เกิดจากยานพาหนะ ซึ่งเป็นผลจากการที่กรุงเทพมหานครเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว

การศึกษาองค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนจากไอเสียรถยนต์ ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ: (หทัยรัตน์ การิเวทย์, วรรณภา เลาวกุล, และ สุนทร จงงาม, 2537) บทความในหนังสือบทบาทของชุมชนวิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมต่อการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม กล่าวถึง การศึกษาองค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนจากไอเสียรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ มลพิษทางอากาศจากรถยนต์

ติดตั้ง Catalytic converter กับรถจักรยานยนต์ (มานิต เผือกสกนธ์, 2537) ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบทความนี้เป็นการนำเสนอข้อเปรียบเทียบการติดตั้งระบบ catalytic converter ในรถจักรยานยนต์และรถยนต์ในด้านความสามารถในการลดสารมลพิษทางอากาศได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารไฮโดรคาร์บอน

Air pollution from mobile source in Thailand (Luxsamon Chattayathom and Kanok Suksomsankh 2539) (อังกฤษ) บทความในหนังสือ 10 ปีที่ผ่านมาภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งได้อธิบายปัญหามลพิษทางอากาศอันเนื่องจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (ยานพาหนะ)

แนวโน้มหรือวาระเบนซินดีกว่าดีเซล (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ ธนินภรณ์ เสงตะกุล, 2539) ในวารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย เป็นการนำเสนอปัญหามลพิษทางอากาศไม่ว่าจะเป็นปัญหาจากฝุ่นละออง ควันทาปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และออกไซด์ของโลหะหนัก ฯลฯ มีแหล่งกำเนิดในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ซึ่งมีทั้งชนิดใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และแก๊ส

ยานยนต์ปลอดสารพิษ นวัตกรรมใหม่สำหรับศตวรรษที่ 21 (อมรรัตน์ ศรีไพจิตร, 2540) ในวารสารพลังงาน บทความนี้เป็นการบรรยายถึงโครงการสาธิตเชื้อเพลิงแบบใหม่ที่อยู่ในรูปแบบเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเหลว (hydrogen fuel cell) และเชื้อเพลิงชีวภาพ (biodiesel)

3) บทความด้านการควบคุมมลพิษทางอากาศ

นโยบายอนุรักษ์พลังงานกับการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ: การเชื่อมโยงที่น่าจะเริ่มต้น (วราวุธ เสือดี 2535) บทความนี้กล่าวถึงการกำหนดทิศทางการพัฒนาของประเทศไทย ที่ไม่สัมพันธกันในแต่ละส่วน โดยให้ความเห็นว่าการเชื่อมโยงนโยบายอนุรักษ์พลังงานกับการลดปัญหามลพิษทางอากาศน่าจะเป็นมาตรการที่สัมฤทธิ์ผล เนื่องจากการลดพิษทางอากาศจากการเผา ผลาญเชื้อเพลิงลดลง เป็นผลให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางอากาศดีขึ้น

การดำเนินงานแก้ไขมลพิษทางอากาศและเสียงของรัฐบาล (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2535) ในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นบทความที่กล่าวถึงสถานการณ์ปัจจุบันของปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของกรุงเทพฯ และเมืองหลักขนาดใหญ่ ที่นับวันจะมีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ รัฐบาลจึงได้กำหนดมาตรการ ระยะสั้นๆ และได้เริ่มดำเนินการไปแล้ว เช่น การเร่งรัดให้ใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว, โครงการสวนกลางมหานคร, การกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซล และการกำหนดมาตรฐาน คุณภาพน้ำมันเครื่อง

การใช้ระบบกำจัดฝุ่นแบบดูดกรองในการกำจัดฝุ่นจากการหลอมเหล็กโดยใช้เตาหลอมแบบใช้ไฟฟ้า (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2536) ปรากฏในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม กล่าวถึงการหลอมเหล็กโดยใช้เตาหลอมแบบใช้ไฟฟ้า และการปล่อยฝุ่นออกสู่บรรยากาศ การควบคุมฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการหลอมเหล็ก บทความนี้เสนอการดักจับฝุ่นในกระบวนการหลอมเหล็ก คือ การดักฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการ

หลอมเหล็กในเตาหลอมที่ปิดฝา การดักจับฝุ่นที่เกิดในขณะที่เปิดฝาเตาหลอมเหล็ก Pig Iron หรือเศษเหล็กลงในเตาและในขณะที่เทเหล็กหลอมแล้วออกจากเตา ระบบกำจัดฝุ่นแบบใช้ถุงกรอง

ขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำไม่จำเป็นต้องเป็น “ระบบเปียก” (กัลยาพร ฌณาปิติ, 2537) ในวารสาร ว.ศ.ท. เทคโนโลยี เป็นบทความที่น่าสนใจการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากแหล่งกำเนิดปล่อยโรงงานระบบการขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือ เอฟจีดี (Flue Gas Desulfurization : FGD)

อุปกรณ์ลดปริมาณอนุภาคในแก๊สไอเสีย (สมศรี จรุงเรือง และเบญจวรรณ โชติพัฒน์ผล, 2539) ในวารสาร พลังงานพลังงาน ฉบับพิเศษ 2539 กล่าวถึง ขี้เถ้าบิน (fly ash) อนุภาคแขวนลอย (total suspended particulate matter) และแก๊สพิษต่างๆ เป็นต้น จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ จึงได้รวบรวมวิธีการและหลักการการบำบัดหรือทำความสะอาดแก๊สนั้นก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศสำหรับการเผาไหม้ขยะมูลฝอยที่จำเป็นต้องมี

การจัดทำระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างประเภทต่างๆ (นภาพร พานิช, 2539) ในสารสิ่งแวดล้อม บทความนี้ได้เสนอผลการจัดทำร่างระเบียบ ข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่น โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ คือ การควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างอาคาร การควบคุมฝุ่นจากการก่อสร้างถนนและระบบขนส่งมวลชน และการควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้างต่างๆ

เตาเผาขยะ ศก 1 (อรรคเดช บุญไชย, 2540) วารสารพลังงาน บทความนี้นำเสนอระบบการกำจัดขยะโดยใช้เตาเผา ซึ่งมีหัวข้อที่สำคัญคือ ลักษณะการเผาขยะโครงสร้างของเตาเผาขยะส่วนประกอบที่สำคัญของเตาเผาขยะ ระบบขจัดเขม่าควัน ระบบขจัดเขม่าควันโดยใช้น้ำ (Wet Scrubber) วิธีการเผาขยะ ปริมาณก๊าซที่กำหนดให้ปล่อยออกสู่อากาศ

การกำจัดก๊าซเสียจากปล่องควันของโรงไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีนิวเคลียร์ (สมพร จงคำ, 2540) ปรากฏในวารสาร กฟผ. กล่าวถึงการประชุมเรื่องสภาวะแวดล้อมโลกของสหประชาชาติที่เมืองริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อปี พ.ศ.2535 และกล่าวถึงหลักการกำจัดก๊าซเสียโดยใช้รังสีอิเล็กตรอนในปล่องควันของโรงไฟฟ้าระดับทดลอง ตลอดจนผลการศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีและความเหมาะสมเชิงเศรษฐกิจ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกำจัดก๊าซเสียอย่างที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

โครงการสาธิต ระบบเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (พนัส งามนกวรรณ, 2540) ในวารสารโรงงาน เป็นโครงการที่ร่วมมือกันระหว่างรัฐบาลไทยและญี่ปุ่น เพื่อป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการสาธิตเพื่อลดค่า SO₂ จากเตาของบริษัทยักษ์ไทย จำกัด ระบบเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้นำมาใช้เรียกว่า In-line type (Limestone Gypsum Process)

แนวทางการควบคุมมลพิษในอากาศกรุงเทพ (เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์, 2542) ในวารสารสิ่งแวดล้อม กล่าวถึงแนวทางการควบคุมมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครเป็นบทความที่น่าสนใจแนวคิดในการควบคุมและจัดการมลพิษทางอากาศในเมืองใหญ่ ประกอบด้วยหัวข้อที่น่าสนใจคือ อากาศดี และเสียในกรุงเทพมหานคร ความสำคัญของต้นไม้ซึ่งเป็นที่มาของแหล่งออกซิเจนในบรรยากาศ เชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ การใช้ไถ่กรองไอเสียจัดมลพิษ เครื่องเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Converter)

การกำจัดสารมลพิษในอากาศโดยใช้ปล่องไฟสูง (ผกาดี นารอง 2542) ปรากฏในวารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กล่าวถึงการควบคุมสารมลพิษทางอากาศก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ โดยการกำหนด

ความสูงของปล่องไฟ โดยเสนอว่าปล่องไฟจะทำหน้าที่กำจัดสารมลพิษต่างๆ ในอากาศเป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยอาศัยหลักการเจือจาง สารมลพิษก่อนที่จะตกลงสู่พื้นดิน

แนวทางการควบคุมมลพิษในอากาศกรุงเทพ (เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์, 2542) ในวารสารสื่อสิ่งแวดล้อม เป็นบทความที่น่าสนใจแนวคิดในการควบคุมและจัดการมลพิษทางอากาศในเมืองใหญ่

4) บทความด้านการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ

การกำหนดความสูงของปล่องควันโรงไฟฟ้า โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อนุพันธ์ และธนาคม, 2531) ในวารสาร กฟผ. เป็นบทความที่น่าสนใจวิธีใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยหลักการของการแพร่กระจายแบบเกาส์เซียน ในการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศที่ระบายจากปล่องควันโรงงานอุตสาหกรรม

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ “Valley Model” (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2540) ในวารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย เป็นการนำเสนอแบบจำลอง Valley ในการประเมินคุณภาพอากาศ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ MPTER (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2541) ในวารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย เป็นการนำเสนอแบบจำลอง MPTER ในการประเมินคุณภาพอากาศ

5) บทความด้านการติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ

การทบทวนเบื้องต้น สถานการณ์มลพิษทางอากาศในประเทศไทย. นิตยา มหาผล, จุฑามาส เกตุทัต และประนอม ภูวนัตถ์, 2533) สรุปสถานการณ์คุณภาพอากาศ และแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศในประเทศไทยทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ การดำเนินงานควบคุมมลพิษทางอากาศในประเทศไทย

ระบบติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศที่แม่เมาะ (ธวัชชัย ลาภรังสิตรัตน์ และกานต์ชนิต พินิจคำ, 2536) ในข่าวสาร กฟผ. บทความนี้ได้เสนอการติดตั้งระบบติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศสำหรับประกอบการพิจารณาการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (Real-Time Air Quality Monitoring System)

การตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย (สนธิ คชวัฒน์, 2536) ในวารสาร สสท. ฉบับเทคโนโลยี บทความนี้จะกล่าวถึง หลักการทำงานของเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศในแต่ละประเภท ตามมาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษและองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA)

การตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย (สนธิ คชวัฒน์, 2536) วารสารส่งเสริมการเกษตรบทความนี้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย เนื่องจากปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศในเขต กทม. และเมืองหลักโดยเฉพาะเรื่องที่เป็นที่ดังของโรงงานอุตสาหกรรมเริ่มรุนแรงขึ้นทุกวัน

เครือข่ายการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย (จุฬพล ศิริสวัสดิ์, 2540) ในวารสาร ค.พ. เป็นบทความที่น่าสนใจการจัดตั้งเครือข่ายติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อติดตามตรวจสอบสภาพปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

6) บทความด้านมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน

ความเป็นกรดและปริมาณไนเตรทของน้ำฝนในบริเวณชานเมืองกรุงเทพฯ และผลกระทบที่มีต่อพืช (ไพบูลย์ ภูริเวช, 2528) ในวารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหงบทความนี้กล่าวถึง น้ำฝนในบริเวณชานเมือง กรุงเทพฯ ในเขตบางกะปิ มีคุณสมบัติเป็น กรด และอยู่ในระดับที่สูงซึ่งมีผลต่อการเจริญและผลผลิตของข้าว

ปฏิกิริยาเรือนกระจก “Greenhouse Effect” และการสูญเสียของชั้นโอโซนที่ห่อหุ้มโลก (ชเรศ ศรีสถิตย์, 2532) วารสาร จุลสารสภาวะแวดล้อม บทความนี้นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเรือนกระจกและการสูญเสียชั้นของโอโซนที่ห่อหุ้มโลก

การใช้แบคทีเรียแก้ปัญหาน้ำฝนกรด (สมพร วิรุฬห์สุนทรกุล, 2533) ในวารสารข่าวสาร กฟผ.บทความนี้ได้นำเสนอการใช้แบคทีเรียกำจัดซัลเฟอร์ที่เจือปนอยู่ในถ่านหิน ก่อนที่จะนำถ่านหินไปใช้งานและก่อนที่ซัลเฟอร์จะมีโอกาสทำปฏิกิริยากับน้ำในอากาศแล้วตกลงมาเป็นฝน

ทางเลือกในการแก้ปัญหาปรากฏการณ์เรือนกระจก (ศิริชัย เขียนมีสุข, 2534) วารสาร ข่าวสาร กฟผ. กล่าวถึงการแก้ปัญหาบรรยากาศเรือนกระจก มีเทคโนโลยีหลายอย่างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ได้แก่ การอนุรักษ์พลังงาน การใช้แหล่งกำเนิดพลังงานชนิดที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น พลังงานลม คลื่น แสงอาทิตย์ การผลิตความร้อน ไฟฟ้าและความเย็นอย่างรวมผสมผสาน พลังงานนิวเคลียร์

มหันตภัยแสงแดด (สุสิทธิ์ สุทธิเมฆากร, 2535) ในข่าวสาร กฟผ. บทความนี้ได้นำเสนอผลของการทำลายชั้นโอโซน ปรากฏการณ์ทำลายชั้นโอโซนโดยสารซีเอฟซี ซึ่งค้นพบว่าโอโซนในชั้นโลกได้ถูกทำลาย ราวปี 2528 ทำให้มีการออกกฎหมายที่จะลดปรากฏการณ์ดังกล่าว โดยได้มีการประชุมที่เมืองมอนทรีออล ประเทศแคนาดา เพื่อลดการผลิตสารซีเอฟซีทุกรูปแบบให้เหลือร้อยละ 50 ในปี 2542

การเริ่มต้นแห่งช่วงเวลาของการปลดปล่อยสารทำความเย็น CFC (เชิดพันธ์ วิฑูราภรณ์, 2536) ในวารสารวิศวกรรมก้าวหน้าบทความนี้จะเน้นถึงผลกระทบทางกฎหมายต่อสารทำความเย็น CFC ที่มีใช้อยู่ในเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่

สารทดแทน CFC ในศตวรรษที่ 21 (สุทธิเดช ต.แสงจันทร์, 2536) ในวารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นบทความที่นำเสนอสารที่สามารถใช้ในการทดแทนสาร CFC

สถานการณ์ของสารทำลายชั้นโอโซนกับการปรับอากาศ (คุณวุฒิ คำรงค์พลสิทธิ์, 2536) วารสาร สสท. ฉบับเทคโนโลยี กล่าวว่าน้ำยาระบบปรับอากาศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นชนิดที่ทำลายชั้นโอโซนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีที่ผลิตบทความนี้ประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญคือ รายชื่อประเทศภาคีสมาชิกในพิธีสารมอนทรีออล 1997 การกำหนดปริมาณการผลิตสารซีเอฟซี เมื่อปี 1990 รายละเอียดเบื้องต้นของสารทำลายชั้นโอโซนและสารทดแทน สถานการณ์การใช้สารทำลายชั้นโอโซนในประเทศไทย สารทำความเย็นทดแทน HCFC-123 HCFC-134a HCFC-22

ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนขึ้น (จารุจินต์ นภิตะภัก, 2538) ในวารสาร ข่าวสาร กฟผ. เป็นบทความที่นำเสนอภาวะโลกร้อนขึ้นเนื่องจากมีการสะสมตัวของสารหลายชนิดในบรรยากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน และโอโซน ที่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศธรรมชาติและระบบนิเวศของมนุษย์อย่างค่อเนื่องเป็นลูกโซ่

ทำไมโลกเราจึงร้อนขึ้นเรื่อยๆ (ศุติพร สุทะเมธากร, 2538) ปรากฏในวารสาร ข่าวสาร กฟผ. บทความนี้ได้นำเสนอสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ การลดลงของชั้นโอโซน การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งมีผลให้โลกร้อนขึ้นเรื่อยๆ โดยจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น

สารฮาโลนกับการอนุรักษ์ชั้นบรรยากาศโอโซน (พรนิติ แสนศิริ, 2540) ในวารสาร โรงงาน บทความนี้ได้นำเสนอผลของก๊าซโอโซน สารซีเอฟซี ฮาโลนที่มีผลต่อการทำลายชั้นบรรยากาศชั้นโอโซน

มาตรการป้องกันเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก (นรุปีณ์ จิตพิทักษ์, 2541) ในวารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย เป็นบทความที่นำเสนอผลการประชุมอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ณ กรุงเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 1-10 ธันวาคม 2540 ที่มีข้อตกลงให้ประเทศที่พัฒนาแล้ว ต้องพยายามลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ภายใน ค.ศ. 2020 จากปริมาณเฉลี่ย 5.2 % ในปี ค.ศ. 1990

7) บทความด้านผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ

สารตะกั่วพิษร้ายในอากาศ (ฝ่ายวิชาการ, 2534) ในวารสารสารคดี เป็นบทความที่กล่าวถึงตะกั่ว สารพิษชนิดหนึ่งที่ตรวจพบแล้วว่ามีค่าสะสมในร่างกายคนไทย ค่ามาตรฐานของสารตะกั่วในเลือดที่ประเทศไทยกำหนดไว้คือ ในเด็กมีค่าสารตะกั่วในเลือดไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และผู้ใหญ่ห้ามเกิน 50 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

ผลกระทบจากไอเสียรถยนต์ต่อสุขภาพ (สุนทร ศุภพงศ์, 2535) ในวารสารวิศวกรรมสาร เป็นบทความที่นำเสนอปัญหาการจราจรของกรุงเทพมหานคร และตามเมืองใหญ่ของประเทศไทย ผลกระทบจากไอเสียรถยนต์ต่อสุขภาพได้แก่ กลิ่นเหม็น การรบกวนทัศนวิสัย การระคายเคืองต่อเยื่อปอด การระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ

ตะกั่วเปื้อนอากาศ ประสาท-สมองเสื่อม จงภูมิใจที่ได้ช่วยด้วย “เบนซินไร้สารตะกั่ว” (สถาบันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2536) ในวารสารวิศวกรรมก้าวหน้า บทความนี้ได้นำเสนอเรื่องราวของสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน สารตะกั่วที่สะสมอยู่ในบรรยากาศเป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์เช่นการยับยั้งการสร้างฮีโมโกลบินของเม็ดเลือด เป็นต้น

ฝุ่นละออง : ปัญหาจากการจราจรที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ธวัช สุนทรจารย์ และประภาวัลย์ เพียรธรรม, 2539) ในวารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นการนำเสนอปัญหาของฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ภาวะมลพิษทางอากาศในอาคารสาธารณะ ในประเทศไทย (สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ, 2543) ในวารสารวิชาการสาธารณสุข บทความนี้ได้ทบทวนความรู้เบื้องต้น สถานการณ์ในประเทศไทย อันตรายที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์ เกี่ยวกับสารมลพิษที่สำคัญบางชนิด

2. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้ ได้ทำการศึกษาในเชิงคุณภาพของสื่อ ปรากฏผลการศึกษาดังนี้

2.1 วิทยานิพนธ์

ในระยะแรกพบว่าวิทยานิพนธ์ส่วนใหญ่มุ่งเน้นในเรื่องของการติดตามตรวจสอบ และการวิเคราะห์หาชนิด การกระจายตัว และปริมาณของมลสารต่างๆ โดยพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่าง และกระบวนการวิเคราะห์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาปริมาณมลสารในบรรยากาศ (Ambient Air Pollution) โดยมลสารที่เลือกนำมาศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของมลสารหลัก (Criteria Air Pollutants) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฝุ่น และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เช่น การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในฝุ่นในอากาศบริเวณแอ่งแม่เมาะ (ธวัชชัย ลาภรังสิรัตน์, 2527) ปฏิกริยาของปูนขาวกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาระหว่างการเผาไหม้ถ่านหิน (พัชรีย์ ชุตติศิลป์, 2532) การศึกษาความเหมาะสมของการใช้ Dust Fall Jar และ High Volume Sampler ในการวัดความเข้มข้นของฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์ (ศุภพล โชติพงษ์, 2534) และ Some Theoretical Considerations and Preliminary Investigations of Air Pollution from Traffic Emissions in Bangkok. (Charng-Hong, Hsieh, 1972). เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงนำวิธีการต่างๆ มาจากต่างประเทศ

ในระยะต่อมาการศึกษามีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องของกระบวนการศึกษา สถานที่ทำการเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่าง และประเภทของมลสารที่เลือกนำมาศึกษา ขยายขอบเขตการศึกษามาสู่การศึกษาผลกระทบของมลสารที่มีต่อสุขภาพ และการควบคุมป้องกันมลสาร เช่น ความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลที่ได้รับเอทธิตินออกไซด์ (ประพิน บวรวิจิตรกุล, 2538) บึงจืดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันฝุ่นของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร (พีรดา โรจน์ชีวิน, 2539) และการศึกษาสมรรถนะของไซโคลนในการขจัดฝุ่นที่เกิดจากเตาหลอมโลหะ (วรลักษณ์ คุณาธิมาพันธ์, 2542) เป็นต้น และยังคงพบการศึกษาเพื่อติดตามตรวจสอบ และวิเคราะห์มลสารอย่างต่อเนื่อง โดยมีการพัฒนากระบวนการเก็บและวิเคราะห์มากขึ้น เช่น การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ตะกั่วในตัวอย่างอากาศโดยวิธี THQ (จริยา เดิมแก้ว, 2536), การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (มานิช คิชฌูวิศาล, 2537), A Study on Air Pollution by Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Bangkok Urban Atmosphere (Hathairatana Garivate, 1999) และการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ "ISC" และ "AUSPLUME" ในการทำนายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (นุจริย์ ชูวิเชียร, 2542) เป็นต้น

พื้นที่ที่ทำการศึกษามีส่วนใหญ่มุ่งเน้นในเมืองใหญ่ พื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า เช่น กรุงเทพฯ เชียงใหม่ สระบุรี ชลบุรี ระยอง และ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยเน้นแหล่งกำเนิดมลสารที่อยู่กับที่ (Stationary Source) มากกว่าแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Source)

จากการศึกษาพบว่าวิทยานิพนธ์ได้เชื่อมโยงกับสภาพปัญหาที่ร่วมสมัยกับสื่ออื่นๆ พอสมควร แต่ยังคงขาดการเชื่อมโยงระหว่างตัวสื่อด้วยกันเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนายวิทยานิพนธ์แบบต่อยอดองค์ความรู้ หากพิจารณาในเชิงพื้นที่จะพบว่าวิทยานิพนธ์บางส่วนมีความซ้ำซ้อนและกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่เฉพาะ เช่น

กรุงเทพมหานคร และ อำเภอแม่มาะ จังหวัดลำปาง เป็นต้น ทำให้เกิดช่องว่างขององค์ความรู้ที่ควรกระจายในพื้นที่อื่นๆ ที่ยังถือเป็นปัญหา นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ความรู้ที่จะตอบสนองนโยบายแห่งใหม่ของปัญหา มลพิษทางอากาศที่มีเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การศึกษาในเรื่องของมลพิษทางอากาศไร้พรมแดน การศึกษาผลกระทบและความเสี่ยงที่มีต่อพืช วัสดุ และสิ่งแวดลอมด้านอื่นๆ อันเนื่องมาจากมลพิษ ปัญหา มลพิษทางอากาศในชุมชน และภาคการเกษตร

2.2 รายงาน

รายงานที่พบส่วนใหญ่เป็นรายงานสถานการณ์มลพิษทางอากาศ ซึ่งมีหลายหน่วยงานจัดทำ ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยสภาพแวดล้อม และกรมโยธาธิการ เป็นต้น ซึ่งมีทั้งหน่วยงานของรัฐจัดทำขึ้นเอง หรือมอบหมายให้หน่วยงานเอกชนจัดทำ รายงานดังกล่าวจะมีเนื้อหาแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ ถึงแม้ว่ามีหลายหน่วยงานที่จัดทำและมีการพัฒนาฐานข้อมูลมลพิษอย่างต่อเนื่องอยู่แล้วก็ตาม แต่ยังคงขาดในด้านความสมบูรณ์ของข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชนทั้งในกลุ่มนักวิชาการ และประชาชนทั่วไป

ในส่วนของการศึกษาเฉพาะเรื่อง มีทั้งการจัดทำโดยมีจุดประสงค์ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ณ ขณะนั้น และรายงานในเชิงนโยบายเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา มลพิษทางอากาศในระยะยาว เช่น ระบบควบคุมและติดตามมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ (พรชัย ธรรมธรรม, 2534) การพัฒนาระบบพยากรณ์คุณภาพอากาศ และการเตือนภัยมลพิษทางอากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2541) รายงานเหล่านี้เป็นหัวใจสำคัญในการกำหนดเป้าหมาย และทิศทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา มลพิษในระยะยาว จึงควรให้ความสนใจและเชื่อมโยงผลการศึกษาที่ได้ สู่แผนปฏิบัติการที่แน่นอนและยืดหยุ่นโดยไม่เปลี่ยนแปลงตามกระแสทางการเมือง แต่สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเปลี่ยนแปลงไป

2.3 งานวิจัย

พิจารณาจากรายงานวิจัยและบทความงานวิจัย ที่มาวารสาร จากสถานการณ์ ภาพรวมของแหล่งข้อมูล และแหล่งความรู้ด้านมลพิษทางอากาศทางด้านนี้พบว่า มีบทความวิจัยที่เป็นการวิจัยแบบมีแบบแผนในภาษาไทยน้อยมาก ยกเว้นการวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งยังกระทำอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีมลพิษจากกิจกรรมอุตสาหกรรมและจากการจราจร

การวิจัยในภาพกว้างในกรณีมลพิษทางอากาศในบริเวณกว้าง (กรณีโลกร้อน การลดลงของบรรยากาศชั้นโอโซน และฝนกรด) เริ่มพบตั้งแต่ปี 2536

เริ่มมีการศึกษาเฉพาะด้านในกรณีมลพิษในกรุงเทพมหานคร ประมาณ ปี 2540 โดยให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องฝุ่นขนาดเล็กทั้งในแง่การวิเคราะห์สถานการณ์และการจัดการ

2.4 หนังสือ

เมื่อพิจารณาเฉพาะหนังสือที่มีการระบุอย่างชัดเจนว่าเป็นเรื่องมลพิษทางอากาศ พบว่ามีการพัฒนาค่อนข้างน้อย ในช่วงปี 2504 – 2534 มีหนังสือด้านมลพิษทางอากาศ เพียง 2 เล่ม ที่พิมพ์เป็นภาษาไทย โดยจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นตำราเรียนในระดับปริญญาตรี และทั้งสองเล่ม ผู้ร่วมเขียนเป็นอาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หนังสือทั้งสองเล่ม มีลักษณะเป็นความรู้ทั่วไปด้านมลพิษทางอากาศ มีการกล่าวถึง คำจำกัดความ ผลต่อสุขภาพ และอนามัยของมนุษย์ อุตุนิยมวิทย์ามมลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศจากยานยนต์ การควบคุมมลพิษทางอากาศ และหลักการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ

โดยทั่วไปข้อมูลทั้งหมดได้มาจาก ตำราที่ใช้ในต่างประเทศ ในการพิมพ์ครั้งแรกๆ ไม่มีการผนวกเนื้อหาเฉพาะสำหรับประเทศไทย หนังสือสองเล่มดังกล่าว เล่มหนึ่งมีข้อมูล แนวความคิด (เช่นการตรวจวัด) ที่มีพื้นฐานที่ใช้กันอยู่ในประเทศญี่ปุ่น ส่วนอีกเล่มหนึ่งส่วนใหญ่มีแนวความคิดจากสหรัฐอเมริกา ทั้งสองเล่มมีการพิมพ์และปรับปรุงใหม่หลายครั้ง เล่มหนึ่งปัจจุบันเป็นการพิมพ์ครั้งที่ห้า อีกเล่มหนึ่งปัจจุบันเปลี่ยนสำนักพิมพ์และมีผู้ร่วมเขียนเพิ่มขึ้น และระบุว่าเป็นการพิมพ์ครั้งที่ 1 โดยมีการเพิ่ม บทที่เกี่ยวกับ มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศที่ปรากฏในประเทศไทย (พิมพ์ในปี 2542)

2.5 บทความทางวิชาการ

บทความในวารสารและนิตยสาร และเอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ ซึ่ง อาจเป็นได้ทั้งบทความความรู้พื้นฐานด้านมลพิษทางอากาศ บทความสรุปสถานการณ์ด้านมลพิษทางอากาศ บทความเชิงวิจารณ์สถานการณ์ด้านมลพิษทางอากาศพร้อมทัศนะของผู้เขียน บทความสรุปผลการศึกษาและวิจัยในเรื่อง หรือพื้นที่เฉพาะ องค์ความรู้ที่ปรากฏอยู่ในส่วนนี้ค่อนข้างกระจัดกระจาย และในการบรรยายมักจะไม่ใช่เป็นการบรรยายเฉพาะด้านมลพิษทางอากาศ บ่อยครั้งที่บทความดังกล่าวมักแทรกอยู่อย่างไม่เป็นที่สนใจในหนังสือรวบรวมบทความหลังการประชุมหรือสัมมนา อย่างไรก็ตามจากบทความที่พบจำนวนประมาณ 156 บทความมีข้อมูลที่น่าสนใจหลายประการกล่าวคือ

บทความด้านมลพิษทางอากาศเริ่มปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ในปี 2531 และหลังจากนั้นก็ปรากฏบทความด้านมลพิษทางอากาศในสื่อประเภทต่างๆอย่างสม่ำเสมอ และในปี 2536 มีบทความด้านมลพิษทางอากาศมากอย่างน่าสังเกตคือ 26 เรื่อง

ในบทความทั้งหมดมีบทความมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดนสูงสุดคือ 42 เรื่อง เกือบทั้งหมดเป็นบทความเชิงสรุปสถานการณ์หรือเชิงอธิบายทางวิชาการ ไม่มีบทความที่เสนอผลการศึกษาเชิงวิจัยสำหรับบทความที่เขียนเกี่ยวกับมลพิษจากยานยนต์ 34 เรื่องบทความเหล่านี้บางส่วนเป็นบทเสนอผลการศึกษาเชิงวิจัย

ไม่มีบทความใดที่กล่าวถึงเคมีของสารมลพิษทางอากาศในประเทศไทยโดยตรง ในปี 2543 มีบทความเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยมนุษย์ ของสารพิษในบรรยากาศปรากฏเผยแพร่

งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดและผลการตรวจวัดสารมลพิษในบรรยากาศมีอยู่ประมาณ 15 เรื่องซึ่งโดยมากเกี่ยวกับผลการตรวจวัดโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

3. การวิเคราะห์ทิศทางการศึกษาวิจัยในอนาคต

ผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมในเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง และช่องว่างขององค์ความรู้ในเชิงคุณภาพ สามารถที่จะนำมาสรุปและวิเคราะห์เพื่อชี้ทิศทางการวิจัยในอนาคตได้ ดังนี้

3.1 วิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ด้านมลพิษทางอากาศส่วนใหญ่จะเป็นวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโท พบวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอกเพียง 3 เรื่อง (จากทั้งหมด 92 เรื่อง) วิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโทส่วนใหญ่ยังคงนำความรู้จากต่างประเทศในลักษณะสำเร็จรูปมาใช้ในรูปแบบของการประยุกต์ทำให้ขาดองค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานของไทยเอง พบบ้างที่มีการพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์มลพิษ การพัฒนาระบบบำบัดมลพิษ ซึ่งน่าที่จะมีการสนับสนุนในวงกว้างมากขึ้นในอนาคต

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกควรมุ่งเน้นการศึกษาที่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานด้านมลพิษทางอากาศ อาทิ เช่น การวิจัยด้านเคมีของบรรยากาศ การวิจัยคุณสมบัติและคุณลักษณะทางเคมี และกายภาพของมลสาร อุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของมลสาร และการศึกษาระดับของมลสารที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งยังขาดแคลนองค์ความรู้เหล่านี้อยู่มาก

ในส่วนของวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโท งานวิจัยที่ควรจะเป็นลักษณะงานวิจัยในเชิงประยุกต์จากองค์ความรู้พื้นฐาน ช่องว่างขององค์ความรู้ที่ยังคงมีอยู่ คือ มลพิษทางอากาศจากการคมนาคมขนส่ง การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน และเทคโนโลยีที่เหมาะสมแบบสหสาขาวิชาของวิธีการเก็บและวิเคราะห์มลสาร การติดตามตรวจสอบ และการควบคุมป้องกันมลพิษทางอากาศ ที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทย

3.2 รายงาน

เนื่องจากปัญหามลพิษทางอากาศมีการเปลี่ยนแปลงที่ผันผวนอยู่ตลอดเวลา และมีผลกระทบต่อสาธารณสุขในวงกว้าง ดังนั้นการเผยแพร่ข้อมูลออกสู่สาธารณะแบบรายวัน รวมทั้งการพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงอันตราย และวิธีการเบื้องต้นในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาน่าจะเป็นสิ่งที่จำเป็น และควรส่งเสริมให้มีการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตจึงน่าจะมุ่งเน้นในเรื่องของการพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลมลพิษทางอากาศที่ทันสมัย รวมทั้งการเผยแพร่แนวทางการป้องกัน และแก้ไขที่ไม่ซับซ้อน โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่เป็นประชาชนทั่วไป จึงน่าจะเป็นเรื่องที่จะต้องพัฒนาต่อไปอย่างเร่งด่วน

ในส่วนของการรายงานการศึกษาเฉพาะเรื่องด้านมลพิษทางอากาศ ยังพบอยู่น้อยมากซึ่งอาจเกิดจากการขาดงบประมาณในการจัดทำ ดังนั้นการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหามลพิษทางอากาศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดทิศทางการจัดทำรายงานการศึกษามีให้เกิดความซ้ำซ้อนจึงเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติเป็นลำดับแรก

รายงานที่อยู่ในกลุ่มของรายงานสถานการณ์มลพิษทางอากาศ ได้แก่ รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษ และสรุปข่าวสิ่งแวดล้อม ที่มุ่งเน้นตามวัตถุประสงค์ที่หน่วย

งานเจ้าของสื่อต้องการ พยายามมีจุดประสงค์ร่วมกันอยู่ประเด็นหนึ่ง คือ การเผยแพร่เพื่อให้ประชาชนทราบถึงสถานการณ์ และการแก้ปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ดังนั้นหน่วยงานที่จัดทำรายงานจึงควรประสานความร่วมมือเพื่อให้เกิดสื่อที่สรุปสถานการณ์ และการจัดการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ประชาชนทราบถึงหน้าที่และความรับผิดชอบ และการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานสังคมในภาพรวมได้

3.3 งานวิจัย

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่กำหนดขอบข่ายของความรู้ตามหัวข้อที่จำแนกไว้ กล่าวคือ 1) ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป 2) การควบคุมมลพิษทางอากาศ 3) การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศ 4) การติดตามตรวจวัด/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ 5) มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน 6) ผลของมลพิษทางต่อสุขภาพ

จากการทบทวนเอกสารทั้งหมดข้างต้นพบว่า การวิจัยด้านการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศในเชิงการพัฒนาเทคนิคการประเมินผลกระทบที่ควรใช้เฉพาะในประเทศไทย ไม่มีการดำเนินการศึกษาวิจัยอย่างเป็นรูปธรรม เอกสารที่พบเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศทั้งหมดเป็นการอธิบายเทคนิคที่ใช้ในต่างประเทศ ข้อจำกัด สถานการณ์ที่ควรใช้เท่านั้น การวิจัยในลักษณะทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้เทคนิคการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีข้อมูลเฉพาะสำหรับประเทศไทยยังขาดอยู่มากและขาดการพัฒนาความต่อเนื่องในเรื่องแนวความคิดในการวิจัยในส่วนนี้เป็นอย่างมาก

ทางการวิจัยด้านเคมีของบรรยากาศไม่มีการกล่าวถึงอย่างเฉพาะเจาะจง ไม่ปรากฏว่ามีผลการวิจัยซึ่งมีผลสรุปการศึกษาหรือทดลองจากห้องปฏิบัติการหรือตรวจวัดเฉพาะใดๆในประเทศไทย บทความที่พบเผยแพร่เป็นการคาดหมายโดยใช้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย แต่ใช้ผลการสำรวจ ทดลองจริงในต่างประเทศ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาและวิเคราะห์ การศึกษาวิจัยทางด้านเคมีของบรรยากาศจึงยังมีช่องว่างทางด้านองค์ความรู้สำหรับประเทศไทยอีกมาก

การวิจัยด้านอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศมีอยู่อย่างจำกัดมาก โดยจะพบว่าอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศขนาดใหญ่ เช่นระบบดูดกรอง ระบบดักฝุ่นโดยระบบไฟฟ้าสถิตย์ที่ติดตั้งในโรงงานขนาดใหญ่เป็นการออกแบบติดตั้งโดยบริษัทต่างประเทศ โดยประเทศไทยทำหน้าที่เป็นผู้ใช้เท่านั้น การพัฒนาองค์ความรู้ด้านนี้จึงจำกัดอยู่ในระดับ การศึกษาเทคโนโลยีที่ ต่างประเทศ ประดิษฐ์ ค้นคว้า แล้วนำมาเผยแพร่เท่านั้น การวิจัยและพัฒนาขึ้นมาใช้เองสำหรับอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศยังขาดการพัฒนาอยู่อีกส่วนหนึ่ง

การวิจัยด้านสารพิษทางอากาศ (toxic air pollutants) ยังไม่ก้าวหน้าอย่างเห็นได้ชัด กระทั่งบทความในเชิงอธิบายความรู้พื้นฐานขององค์ความรู้ส่วนนี้ก็ปรากฏเผยแพร่น้อยมาก จากการทบทวนเอกสารทั้งหมดพบว่า ขาดการพัฒนาตั้งแต่องค์ความรู้พื้นฐานของสารในกลุ่มสารพิษทางอากาศ (toxic air pollutants) การจำแนก งาน การศึกษาสำรวจในรูปการตรวจวัดที่ใช้เทคนิคที่ถูกต้อง แนวทางการจัดการ เทคโนโลยีการบำบัดสารพิษทางอากาศ องค์ความรู้ในเรื่องนี้เป็นส่วนที่ต้องการการเริ่มต้นและพัฒนาและอย่างเร่งด่วนเพื่อให้ทันสถานการณ์ในแง่ปัญหาที่ปรากฏบ่อยขึ้น และปริมาณการใช้สารกลุ่มนี้ที่มีแนวโน้มที่มากขึ้น

เมื่อพิจารณาทิศทางในงานวิจัยส่วนของสารพิษทางอากาศ (toxic air pollutants) นี้ ส่วนหนึ่งคงจะต้องเติมองค์ความรู้ที่ขาดให้สมบูรณ์ตามศักยภาพของทรัพยากรในประเทศไทยที่เอื้ออำนวย ซึ่งทิศทางของงานวิจัยที่

มีแนวโน้มจะกระทำได้และมีใจจรรยาบรรณการวิเคราะห์และโลกกระตุ้นให้กระทำคือในส่วนของการวิจัยด้านสารพิษทางอากาศ ในรูปของการวิเคราะห์ความเสี่ยงเนื่องจากสารพิษทางอากาศในสิ่งแวดล้อม

3.4 หนังสือ

ในสถานการณ์ปัจจุบันหนังสือที่เป็นพื้นฐานทางด้านมลพิษทางอากาศเบื้องต้นที่ทันสมัย และมีการผนวกสถานการณ์ในประเทศไทย นั้นยังนับว่าไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการสารมลพิษทางอากาศในกลุ่ม สารมลพิษทางอากาศแทบจะไม่ปรากฏอยู่เลย แต่คงได้คาดการณ์ว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงแนวความคิดด้านมลพิษทางอากาศสำหรับประเทศไทย ปกติจะไล่หลังแนวความคิดในการจัดการในสหรัฐอเมริกาอยู่ประมาณ 5-10 ปี ดังนั้นทิศทางการเพิ่มขึ้นของเนื้อหา ก็จะพัฒนาไปสู่การจัดการสารมลพิษทางอากาศในกลุ่มสารพิษในอากาศ (hazardous air pollutants) เช่นการวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับสุขภาพอนามัยของมนุษย์จากสารพิษในบรรยากาศ สำหรับเนื้อหาในกลุ่มของเคมีของสารมลพิษในบรรยากาศนั้นคาดว่าจะยังเป็นองค์ความรู้ที่ยังเป็นช่องว่างอีกมาก เนื่องจากเมื่อพิจารณาถึงทั้งเนื้อหาในหนังสือหรือแม้กระทั่งบทความทางวิชาการ ในวารสารและนิตยสาร ไม่ได้แสดงถึงทิศทางที่จะมีการพัฒนาในส่วนนี้ในระยะเวลาอันใกล้ หนังสือที่เป็นพื้นฐานเฉพาะเรื่องในภาษาไทย เช่น การควบคุมมลพิษทางอากาศ การประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศ สารพิษทางอากาศที่เป็นอันตราย การวิเคราะห์ความเสี่ยงในสิ่งแวดล้อม ยังไม่ปรากฏเผยแพร่ต่อสาธารณะ แนวโน้มของการพัฒนาด้านนี้ยังรอการเริ่มต้นและศึกษาพัฒนาอีกมาก

สำหรับคู่มือที่มีแนวโน้มที่น่าสนใจเนื่องจากมีการพัฒนาในแง่คุณภาพขององค์ความรู้ส่วนนี้มาก แม้จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ หนังสือคู่มือที่มีการศึกษา และเขียนขึ้นเฉพาะวัตถุประสงค์เฉพาะมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และคุณภาพขององค์ความรู้ในส่วนนี้ค่อนข้างดี ดังนั้นแนวโน้มในส่วนนี้จึงน่าจะเพิ่มขึ้น แนวทางการศึกษาวิจัยในส่วนนี้ มักเป็นการศึกษาวิจัยเพื่อตอบสนองความต้องการองค์ความรู้เฉพาะของหน่วยงานราชการหรือเอกชนในสถานการณ์นั้นๆ แนวทางความต้องการการวิจัยรูปแบบนี้ยังปรากฏอยู่อย่างสม่ำเสมอ แต่ปัญหาที่น่าจะนำมาพิจารณาคือ เมื่อพิจารณาจากเอกสารข้างต้น การตอบสนองความต้องการการวิจัยของหน่วยงานราชการ ผู้วิจัยหรือคณะผู้วิจัยมักเป็นบุคคลหรือคณะบุคคลกลุ่มเดิมๆ ทำให้องค์ความรู้ชะลอการพัฒนาลงระดับหนึ่งเพื่อเร่งให้การพัฒนาองค์ความรู้ด้านนี้ให้เป็นไปอย่างอิสระ หน่วยงานราชการควรลดการผูกขาดให้งานการวิจัยเฉพาะบุคคลหรือเฉพาะบางคณะบุคคลลงและเปิดโอกาสให้การพิจารณาเลือกคณะผู้วิจัยอย่างเปิดกว้าง โปร่งใส และยุติธรรม เพื่อเปิดโอกาสสำหรับ คณะผู้วิจัยที่หลากหลายมากขึ้น

3.5 บทความ

บทความในวารสารและนิตยสารด้านมลพิษทางอากาศ มีอยู่ค่อนข้างสม่ำเสมอ บทความซึ่งส่วนใหญ่เป็นบทความสรุปสถานการณ์ด้านมลพิษทางอากาศ ทำให้มีช่องว่างให้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ส่วนนี้สู่สาธารณะได้ บทความเชิงวิจารณ์สถานการณ์ด้านมลพิษทางอากาศพร้อมทัศนะของผู้เขียนเป็นดัชนีที่สำคัญต่อทิศทางการศึกษาและการวิจัย และสะท้อนแนวโน้มการพัฒนาหรือแนวคิดในขณะนั้นขององค์กรเจ้าของสื่อเป็นอย่างมาก (เช่นบทความในวารสาร กสผ.) กระแสโลกมีส่วนทำให้เกิดบทความสำคัญๆ ที่ชี้ให้เห็นความสนใจหรือทิศทางความสนใจต่อองค์ความรู้ในขณะเวลานั้น แตกต่างกัน ดังนั้นทิศทางในส่วนนี้น่าจะเป็นดัชนีที่สำคัญ

สำหรับการพัฒนาในส่วนอื่นที่จะตามมา เมื่อพิจารณางานวิจัยกำหนดขอบข่ายขององค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศตามหัวข้อข้างต้นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน บททบทวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางอากาศ ด้านเคมีของบรรยากาศ ด้านสารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตราย และด้านการวิเคราะห์ความเสี่ยงในสิ่งแวดล้อมยังขาดอยู่มาก แต่น่าจะมีแนวโน้มที่จะมากขึ้นเรื่อยๆ ตามกระแสโลก

บทสรุป

จากการศึกษาขอบข่ายขององค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของผลงานทางวิชาการ ควบคู่ไปกับการรับรู้ความเป็นมาเป็นไปของสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้เกิดมุมมองของการสร้างองค์ความรู้เพื่อที่จะรู้ในการแก้ไขปัญหาด้านมลพิษทางอากาศที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข รวมทั้งแนวโน้มของการสร้างองค์ความรู้เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากนี้การมีองค์กรที่มีบทบาทเหมือนการมองภาพรวมอย่างเป็นระบบ และกำหนดทิศทางการวิจัยด้านมลพิษทางอากาศจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดขอบข่ายขององค์ความรู้ครอบคลุมทุกมิติของปัญหาในระยะยาวได้

ตาราง ผ-1 แสดงจำนวนสื่อ ตามประเภทเนื้อหา ประเภทข้อมูล และช่วงปีที่พบ

ประเภทเนื้อหา	ประเภท ข้อมูล	ช่วงปี (พ.ศ.)						ไม่ ทราบปี	รวม
		04-10	11-20	21-30	31-35	36-40	41-43		
1. ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศ									
1.1. มลพิษทางอากาศจากการจราจร	หนังสือ	-	-	1	2	1	-	-	4
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	-	-	-	-	0
	งานวิจัย	-	1	-	-	2	1	-	4
	รายงาน	-	-	-	-	1	-	-	1
	วารสาร	-	-	3	6	12	3	-	24
	รวม	0	1	4	8	16	4	1	34
1.2 ความรู้พื้นฐานมลพิษทางอากาศอื่นๆ	หนังสือ	-	-	5	9	6	2	-	22
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	-	-	-	-	0
	งานวิจัย	-	1	1	-	-	-	2	4
	รายงาน	-	-	2	2	18	7	2	31
	วารสาร	-	1	6	7	8	7	-	29
	รวม	0	2	14	18	32	16	3	85
2. การควบคุมมลพิษทางอากาศ									
2.1 การควบคุมมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป	หนังสือ	-	-	-	1	-	-	1	2
	วิทยานิพนธ์	-	1	-	-	-	-	-	1
	งานวิจัย	-	-	1	-	-	2	-	3
	รายงาน	-	-	-	-	1	1	-	2
	วารสาร	-	-	-	4	1	1	-	6
	รวม	0	1	1	5	2	4	1	14
2.2 การควบคุมมลพิษทางอากาศจากการจราจร	หนังสือ	-	-	-	3	-	-	-	3
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	-	1	-	-	1
	งานวิจัย	-	-	1	-	-	-	1	2
	รายงาน	-	-	-	-	1	-	-	1
	วารสาร	-	-	-	2	5	1	-	8
	รวม	0	0	1	5	7	1	1	15
2.3 การควบคุมมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	หนังสือ	-	-	-	1	1	2	-	4
	วิทยานิพนธ์	-	-	2	5	5	7	-	19
	งานวิจัย	-	-	-	-	-	3	-	3
	รายงาน	-	-	-	-	1	-	-	1
	วารสาร	-	-	-	-	5	3	-	8
	รวม	0	0	2	6	12	15	0	35

ตาราง ผ-1 (ต่อ)

ประเภทเนื้อหา	ประเภท ข้อมูล	ช่วงปี (พ.ศ.)						ไม่ ทราบปี	รวม
		04-10	11-20	21-30	31-35	36-40	41-43		
3. การประเมินผลกระทบมลพิษทางอากาศรวมทั้งแบบจำลองคณิตศาสตร์									
3.1 การประเมินมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป	หนังสือ	-	-	1	-	2	1	-	4
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	1	2	5	-	8
	งานวิจัย	-	-	-	-	3	-	-	3
	รายงาน	-	-	1	-	-	-	-	1
	วารสาร	-	-	-	1	1	1	-	3
	รวม	0	0	3	2	8	7	0	20
3.2 การประเมินมลพิษทางอากาศจากการจราจร	หนังสือ	-	-	-	2	-	-	-	2
	วิทยานิพนธ์	-	-	1	-	3	1	-	5
	งานวิจัย	-	-	-	-	-	2	1	3
	รายงาน	-	-	-	1	-	-	-	1
	วารสาร	-	-	-	-	-	-	-	0
	รวม	0	0	1	3	3	3	1	11
3.3 การประเมินมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม	หนังสือ	-	-	-	-	-	-	1	1
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	2	1	-	-	3
	งานวิจัย	-	-	-	-	2	1	-	3
	รายงาน	-	1	-	-	-	-	-	1
	วารสาร	-	-	-	3	4	-	-	7
	รวม	0	1	0	5	7	2	1	16
4. การติดตามตรวจสอบ/การวิเคราะห์มลพิษทางอากาศ	หนังสือ	-	-	-	3	2	-	1	6
	วิทยานิพนธ์	-	3	12	7	11	3	-	36
	งานวิจัย	-	6	2	3	1	2	3	17
	รายงาน	-	-	-	-	-	-	-	0
	วารสาร	-	-	3	4	5	3	-	15
	รวม	0	9	17	17	19	8	4	74
5. มลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน	หนังสือ	-	-	-	-	1	1	-	2
	วิทยานิพนธ์	-	-	-	-	1	-	-	1
	งานวิจัย	-	-	1	2	6	3	1	13
	รายงาน	-	-	-	-	-	-	-	0
	วารสาร	-	-	2	17	20	3	-	42
	รวม	0	0	3	19	28	7	1	58

ตาราง ผ-1 (ต่อ)

ประเภทเนื้อหา	ประเภทข้อมูล	ช่วงปี (พ.ศ.)						ไม่ทราบปี	รวม
		04-10	11-20	21-30	31-35	36-40	41-43		
6. ผลของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ	หนังสือ	-	-	1	-	-	5	-	6
	วิทยานิพนธ์	-	1	4	7	4	2	-	18
	งานวิจัย	-	-	2	3	3	8	-	16
	รายงาน	-	-	-	-	1	-	-	1
	วารสาร	-	-	2	2	5	5	-	14
	รวม	0	1	8	12	13	20	0	54
รวมทั้งสิ้น	หนังสือ	0	0	8	21	13	11	3	56
	วิทยานิพนธ์	0	5	19	22	28	18	0	92
	งานวิจัย	0	8	8	8	17	22	8	71
	รายงาน	0	1	3	3	23	8	2	40
	วารสาร	0	1	16	46	66	27	0	156
	รวม	0	15	54	100	147	86	13	415

วรรณกรรมแนะนำสำหรับองค์ความรู้ด้านมลพิษทางอากาศ

1) รหัส/code : 1-01-0302

แหล่งที่ค้นคว้า/Source : ห้องสมุดกรมควบคุมมลพิษ

ฐาน CD-ROM :

ภาษา/Language : ไทย

ผู้แต่ง/Author : ภาควิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้แปล/เรียบเรียง/Translator :

บรรณาธิการ/Editor :

ชื่อหนังสือ/Title : คู่มือปฏิบัติการ สำหรับเจ้าหน้าที่พนักงานควบคุมมลพิษในการตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรม เล่มที่ 2

ชื่อบทความในหนังสือ/Article :

ครั้งที่พิมพ์/Edition :

ปีที่พิมพ์/Year : 2539

เมืองที่พิมพ์/City : กรุงเทพมหานคร

ผู้พิมพ์/Publisher :

จำนวนหน้า/Page: 288 หน้า ISBN :

จากหน้าถึงหน้า/From Page To Page :

ข้อมูลเพิ่มเติม/Note : กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

คำค้น/Keywords : มลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม, การควบคุมมลพิษทางอากาศ

สรุปเนื้อหา/Summary

คู่มือปฏิบัติการ สำหรับเจ้าหน้าที่พนักงานควบคุมมลพิษในการตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรม เล่มที่ 2. จัดทำโดยภาควิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลเสนอต่อกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เนื้อหาในหนังสือ เล่มที่ 2 นี้ประกอบด้วย ระบบการกำจัดอากาศเสีย ทั้งเครื่องเก็บฝุ่นละออง (เครื่องเก็บฝุ่นแบบเครื่องกล เครื่องเก็บฝุ่นโดยวิธีการกรอง เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก และระบบกำจัดแบบไฟฟ้าสถิตย์) ระบบการดูดซึม การกำจัดอากาศเสียด้วยการดูดซับ เตาเผา ระบบเผาก๊าซ เป็นต้น การเตรียมการเข้าตรวจโรงงานอุตสาหกรรม ระบบการจัดการข้อมูลการตรวจโรงงาน แนวทางการกำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุม กฎกระทรวงอุตสาหกรรม (พ.ศ.2535) วิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศของ EPA การเฝ้าระวังตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องตามคำแนะนำของ US.EPA

2) รหัส/code : I-01-0208

แหล่งที่ค้นคว้า/Source : ห้องสมุดกรมควบคุมมลพิษ

ฐาน CD-ROM :

ภาษา/Language : ไทย

ผู้แต่ง/Author : กรมควบคุมมลพิษและสถาบันสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้แปล/เรียบเรียง/Translator :

บรรณาธิการ/Editor :

ชื่อหนังสือ/Title : เอกสารประกอบการฝึกอบรม “ การประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ”

ชื่อบทความในหนังสือ/Article :

ครั้งที่พิมพ์/Edition :

ปีที่พิมพ์/Year : 2543

เมืองที่พิมพ์/City : กรุงเทพมหานคร

ผู้พิมพ์/Publisher :

จำนวนหน้า/Page: 105 หน้า

ISBN :

จากหน้าถึงหน้า/From Page To Page :

ข้อมูลเพิ่มเติม/Note :

คำค้น/Keywords : การประเมินคุณภาพอากาศ, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, อุตุนิยมวิทยา

สรุปเนื้อหา/Summary

เอกสารประกอบการฝึกอบรม “การประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ” เป็นหนังสือที่เป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยได้นำเสนอหัวข้อที่สำคัญดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ
2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ
 - 2.1. ความรู้ทั่วไปทางด้านอุตุนิยมวิทยา สำหรับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศ
 - 2.2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ
3. แนวทางการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ
 - 3.1. การเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม
 - 3.2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการการแพร่กระจายของสารมลพิษที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม
4. การเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ

3) รหัส/code : 3-01-0104

แหล่งที่ค้นคว้า/Source : หอสมุดธรรมสังเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

รูป (CD-ROM) :

ภาษา/Language : ไทย

ผู้แต่ง/Author : แสงสันต์ พานิช

ผู้แปล/เรียบเรียง/Translator :

บรรณาธิการ/Editor : มณจิพย์ ศรีรัตน ทานูกานอน

ชื่อหนังสือ/Title : การจัดการคุณภาพอากาศ

ชื่อบทความในหนังสือ/Article :

ครั้งที่พิมพ์/Edition : 1

ปีที่พิมพ์/Year : 2541

เมืองที่พิมพ์/City : กรุงเทพมหานคร

ผู้พิมพ์/Publisher : บริษัท เอ็นไวร์ คอนเซ็ป จำกัด

จำนวนหน้า/Page: 129 หน้า

ISBN : 974-7577-23-2

จากหน้าถึงหน้า/From Page To Page :

ข้อมูลเพิ่มเติม/Note :

คำค้น/Keywords : การจัดการคุณภาพอากาศ, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สรุปเนื้อหา/Summary

การจัดการคุณภาพอากาศ เป็นหนังสือที่นำเสนอรายละเอียดในการศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศ โดยมีหัวข้อที่สำคัญดังนี้

1. มลพิษทางอากาศของประเทศไทย
2. ภาวะมลพิษทางอากาศของประเทศไทยและกรุงเทพมหานครและผลกระทบต่อจากมลพิษทางอากาศ
3. การวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ
 - 3.1. แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและเสี่ยง : ยานพาหนะและอุตสาหกรรม
 - 3.2. การใช้งานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับมลพิษทางอากาศในการพิจารณาการจัดการคุณภาพอากาศด้านอุตสาหกรรม
4. การดำเนินการของรัฐเพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม
 - 4.1. การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง
 - 4.2. การกำหนดมาตรฐานไอเสีย ยานพาหนะ
 - 4.3. การดำเนินการด้านมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม
5. องค์การที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพอากาศ

4) รหัส/code : I-01-06

แหล่งที่ค้นคว้า/Source : สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)

ฐาน CD-ROM :

ภาษา/Language : อังกฤษ

ผู้แต่ง/Author : Thailand Environment Institute

ผู้แปล/เรียบเรียง/Translator :

บรรณาธิการ/Editor :

ชื่อหนังสือ/Title : Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990 : part 1

ชื่อบทความในหนังสือ/Article :

ครั้งที่พิมพ์/Edition :

ปีที่พิมพ์/Year : 2540

เมืองที่พิมพ์/City : Bangkok

ผู้พิมพ์/Publisher :

จำนวนหน้า/Page:

หน้า

ISBN : -

จากหน้าถึงหน้า/From Page To Page :

ข้อมูลเพิ่มเติม/Note :

คำค้น/Keywords : greenhouse effect

สรุปเนื้อหา/Summary

This report, using 1990 as base year for the inventory, for source of greenhouse effect such as

1. Energy source : fuel combustion, fugitive emission inventory, oil and natural gas production
2. Industrial source
3. Livestock source
4. Rice cultivation
5. Agriculture soil
6. Field burning of agriculture residue
7. Forestry : change in forest and other woody biomass stock, forest conversions, abandonment of managed land
8. Waste : Municipal solid waste, wastewater

5) รหัส/code : I-01-02

แหล่งที่ค้นคว้า/Source :

ฐาน CD-ROM :

ภาษา/Language : ไทย

ผู้แต่ง/Author : ศิริกัลยา สุวจิตตนนท์, วิวัฒน์ ตัณจะพานิชกุล, ชิกาโอะ คานาโอกะ, และจุฬามาศ เกตุทัต

ผู้แปล/เรียบเรียง/Translator :

บรรณาธิการ/Editor :

ชื่อหนังสือ/Title : มลภาวะทางอากาศ

ชื่อบทความในหนังสือ/Article :

ครั้งที่พิมพ์/Edition : 1

ปีที่พิมพ์/Year : 2542

เมืองที่พิมพ์/City : กรุงเทพมหานคร

ผู้พิมพ์/Publisher : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนหน้า/Page: 332 หน้า ISBN : 974-553-700-4

จากหน้าถึงหน้า/From Page To Page :

ข้อมูลเพิ่มเติม/Note :

คำค้น/Keywords : มลพิษทางอากาศ, การตรวจวัดมลพิษทางอากาศ, การควบคุมมลพิษทางอากาศ

สรุปเนื้อหา/Summary

มลภาวะทางอากาศ เป็นหนังสือที่นำเสนอความรู้พื้นฐานด้านมลพิษทางอากาศ และรายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ
2. ลักษณะของแหล่งกำเนิด คุณสมบัติของอนุภาค
3. วิธีการเก็บและการตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศ
4. วิธีการควบคุมสารมลพิษทางอากาศ
5. กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านมลพิษทางอากาศ

บรรณานุกรมงานวิจัย

- Akarapanjavit, Nirod. (2535). Diesel Fuel Additive Approaches to Reduce Exhaust Emissions. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.
- Andrew D. Burnette, and Sandeep kishan. (2541). Measurement and Comparison of Bangkok Diesel Bus Emissions and Performance using On-Board Equipment. Air and Noise Pollution Control; Volume 3. Bangkok. 225-249.
- Boonprakob, Kansri. (2539). Climate Change: Local Solutions for Global Problem Thailand's Role in a Global Conteset. Linking Local Solutions to Global Needs: Thailand's Environment Agenda in the 21st Century. Bangkok : Thailand Environment Institute.
- Brett E. Koenig and Edward L. Carr. (2541) , Episodic Air Pollution Control Programs : Experiences in the United States and Thailand and Their Applicability to Developing Countries., Air and Noise Pollution Control; Volume 3. Bangkok 486-510.
- Chaikum, Nopadol and Jutharat Pibulsawad. (2524). Atmospheric Sulphur Dioxide Determination in Bangkok. กรุงเทพฯ: Mahidol University.
- Chumpia, A. and Hancock, N.H. (2535). Modelling of glasshouse in central Thailand to simulate the climate of northern highlands - introductory paper. Institution of Engineers, Australia No.92 part 11, National Conference Publication. 37-41.
- D. Khunasopa, T. Mongkolsophonrat, H. Garivait. Chemical Composition of Precipitation in Thailand. Bangkok.
- H. GARIVAIT, C. POLPRASERT, K. YOSHIKUMI, and L. BAETZ REUTERGARDH (2542). Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Bangkok Urban Air I. Characterization and Quantification. Polycyclic Aromatic Compounds. 13. 313-327.
- H. Garivart, C. Polprasert et.al . Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Bangkok Urban Air Part II. Level and distribution. Bangkok.
- Jariya Boonjawat, et al. (2539). Variability of Atmospheric methane, Non-methane Hydrocarbon and Carbon Dioxide Concentrations in Urban Atmosphere of Bangkok. SARCS/START/APN Global Change Science and Policy Forum. Bangkok.
- Jiraporn Jaichuen and Jariya Boonjawat. (2539). Effect of Increasing Carbon Dioxide Concentration Concentration on Growth of Rice. SARCS/START/APN Global Change Science and Policy Forum. Bangkok.

- John T. Middleton.(2526). Air Quality Management Plan for the Rayong – Map Ta Phut Development. Bangkok.
- Kaitpraneet, W. et al. (2521). Effect of air pollution on growth and development of some ornamental trees. Bangkok: Faculty of Forestry, Kasetsart University .
- Kanatharana, Proespichaya and Pahina, Wiwat. (2534). Some Gaseous Pollutants in Nakorn Sri Thammarat. Environmental Monitoring and Assessment. 341-347.
- Kanatharana, Proespichaya and Parichart Lukana. (2529). ศึกษาแก๊สมลพิษในเขตอุตสาหกรรมในอำเภอหาดใหญ่. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Kanatharana, Proespichaya and Wiwat Pahina. (2534). มลสารทางอากาศในนครศรีธรรมราช. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Karen J. Kowalewsky. (2541). Development and Implementation of a Mathematical Model for Simulating the Meteorology and Air Pollution Situation in the Mae Moh Valley District. Air and Noise Pollution Control; Volume 3. Bangkok. 511-543.
- Kiravanich, Pakit. (2528). Urban Air and Noise Quality Management . Urban Traffic and The Environment, Proceedings of National Symposium. Bangkok : The Office of National Environment Board. 35-44.
- Kozlov, M. and S.Towprayoon. (2538). The Use of Automated Mapping Technology to Assess Green House Gas and Air Pollution. กรุงเทพฯ: Division of Environmental Technology, School of Energy and Materials, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi. 374-379.
- Kozlov, M. and S.Towprayoon. Representations of Inventory Results of GHG Emission from Waster Sector with Mapping. Bangkok : Division of Environmental Technology, School of Energy and Materials, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.
- Kozlov, M. and Towprayoon, Sirintornthep. (2538). Situation and Need of Critical Loads Assessment in Thailand. กรุงเทพฯ: Division of Environmental Technology, School of Energy and Materials, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.
- Kuntawang, Kiatisak. (2537). Gold Potential in Nam Som-Suwannakhuha Area Udon Thani. กรุงเทพฯ: Economic Geology Division Department of Mineral Resources.
- L. Granat, K. Suksomsankh, S. Simachaya, M. Tabucanon, and H. Rodhe. Regional Background acidity and chemical composition of precipitation in Thailand. Bangkok.
- Lauraine G. Chestnut, Bart D. Ostro, Nuntavarn Vichit-Vadakan, and Kirk R. Smith. (2541). Executive Summary Health Effects of Particulate Matter Air Pollution in Bangkok. Bangkok.
- M.B.Percod, R, HB. Excell, C.S. Chen, and Navy Htun. (2518). Vehicle Emission and Air Pollution in Bangkok Streets. Bangkok.
- Maranetra, Nanta et al.. (2529). Asbestos Air Pollution in Bangkok Metropolis. กรุงเทพฯ : Mahidol University.

- Michael P. Walsh. (2541). Motor Vehicle Pollution Control in Bangkok: The Next Steps. Air and Noise Pollution Control; Volume 3. Bangkok.. 3-26.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2538). Combining a Monostatic Sodar with a Radar Wind Profiler and RASS in a Power Plant Pollution Study. Silver Spring M.D. : National Oceanic and Atmospheric Administration.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2538). Meteorological Measurements in the Vicinity of a Coal Burning Power Plant. Research Triangle Park N.C. : National Oceanic and Atmospheric Administration.
- P. Sukasem, T. Charsaiya, W. Geerathitadaniyom and M.S. Tabucanon. An Overview of Air Quality at Pathumthani Province with Emphasis on Ozone Measurement. Bangkok.
- Sandeep Kishan. (2541). PM Abatement strategy for the Bangkok Metropolitan Area. Air and Noise Pollution Control; Volume 3. Bangkok. 328-343.
- Timothy H.De Fries, and Randy D. Parmley. (2541). A Neural Net Ozone Forecasting System for Bangkok, Air and Noise Pollution Control; Volume 3, Bangkok. 250-283.
- Towprayoon, S., Kozlov, M. and Kaeowjaroon, T. (2539). Application of Mapping for Assessment of Air. Bangkok: School of Energy and Materials, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.
- Vinitnantharat, S. (2537). Carbon dioxide emission from combustion of fuels in Thailand. Energy Technology Volume II, The 5th Asean Conference. Bangkok. 177-182.
- W. Laowagal, P. Sukasem. Investigation of PAHs in Ambient Air in Industrial and Urban Area. Bangkok.
- W. Laowagal, W. Geerathitadaniyom. Emission Factor of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Heavy Oil Burning Industry in Thailand. Bangkok.
- Yooyuanyong, Suabsagun, Vilaipom Noparatakailas and Wilairat Cheewasedtham. Mathematical modelling on Hat Yai's air pollution. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กรมอนามัย, กองอาชีวอนามัย. (2530). ความผิดปกติของเม็ดเลือดในคนงานที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว. กรุงเทพฯ: กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย.
- กรมอนามัย, กองอาชีวอนามัย. (2531). โครงการประเมินสภาวะอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้สารแมงกานีสเป็นหลักในการผลิตในเขตจังหวัดสมุทรปราการ. กรุงเทพฯ: กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย.
- กรมอนามัย, กองอาชีวอนามัย. (2532). การศึกษาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างซิลิกาในอากาศ. กรุงเทพฯ: กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย.
- เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ. (2524). รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระดับตะกั่วในบรรยากาศ ที่มีผลต่อกลุ่มชนต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร”. กรุงเทพมหานคร.
- ชนินทร ชูวงศ์, ผ่องใส วิโรคม และคณะ. (2524). รายงานโครงการวิจัย อันตรายจากผงฝุ่นแป้งวันสำปะหลังและแนวทางป้องกันอันตรายต่อผู้ได้รับผงฝุ่นเป็นประจำ. กรุงเทพมหานคร.

- ทิพวรรณ ประภาณชล และคณะ. (2538). การปนเปื้อนของสารตะกั่วในเลือดของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ในเขต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- นันทนา สันตติวุฒิ และเพริศพรหม คณาธารณา. (2520). ปริมาณทองแดงในอากาศบริเวณสุมนวิทยานอศกถึง พระโขนง. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 35-43.
- นิภาพรรณ กังสกลนิต, เนาวรัตน์ เจริญคำ และคณะ. (2541). มลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ จากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ของโรงพยาบาล. กรุงเทพมหานคร.
- เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์. (2528). ผลบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฟ้าที่มีต่อสุขภาพอนามัยของ กษณ. กรุงเทพมหานคร.
- เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์. (2536). ปริมาณแมงกานีสที่คนงานได้รับกับปริมาณแมงกานีสและโลหะหนักอื่นใน เส้นผม. กรุงเทพมหานคร.
- พงษ์ ชุมมงคล และสุริยพร เกิดแก่นแก้ว. (2541). การประเมินค่า Emission Factor จากยานพาหนะสองประเภท ในเขตกรุงเทพมหานคร. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวทท.41. กรุงเทพมหานคร. 53-65.
- พิทักษ์ พลชาติ. (2535). การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากเครื่องยนต์เบนซินด้วยเครื่องลดมลพิษทางอากาศ (Catalytic Converter). เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3.”. กรุงเทพมหานคร. 621-626.
- เพริศพรหม คณาธารณา. (2520). ปริมาณตะกั่วในอากาศบริเวณย่านการค้าถนนพระราม 1 ถึง เพลินจิต. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย. 21-28.
- เพริศพรหม คณาธารณา. (2520). ปัญหาโลหะหนักในอากาศโดยทั่วไปในกรุงเทพมหานคร. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 13-20.
- เพริศพรหม คณาธารณา. (2520). ปัญหาโลหะหนักในอากาศในโรงงานทั่วไป. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 52-57.
- เพริศพรหม คณาธารณา. (2522). การวิเคราะห์แคดเมียมในอากาศบริเวณอุตสาหกรรมย่าน บางจาก - บางนา. กรุงเทพมหานคร.
- ภาณุ ทองชิตร์. (2537). การแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ ในพื้นที่ระวางจังหวัดเชียงใหม่ (NE 47-6). กรุงเทพฯ: กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.
- ภาณุ ทองชิตร์. (2538). การบันสำรวจความเข้มข้นมันตรังสีทางอากาศในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.
- ไมตรี อึ้งภากรณ์ และคณะ. การปรับปรุงสภาวะของอากาศในกรุงเทพมหานคร ด้วยการควบคุมการจราจร. กรุงเทพมหานคร.

- วรารุช เสือคิต. (2536). การจัดการสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางอากาศจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ : กรณีศึกษา นิคมอุตสาหกรรมภินทรบุรี. การประชุมวิชาการประเพณี ครั้งที่ 3. ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เรื่อง “ความขัดแย้งและทางออกของการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม”. กรุงเทพมหานคร.
- วรารุช เสือคิต. (2541). รายงานการวิจัย เรื่อง “การศึกษามลภาวะทางอากาศในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต”. กรุงเทพมหานคร.
- วรารุช เสือคิต. ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเมื่อมีการกลับทิศสะพานลอยและก่อสร้างทางลาดขึ้น บริเวณสี่แยกบางเขน ในโครงการทางยกระดับดินแดง-ดอนเมือง. กรุงเทพมหานคร.
- วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. (2541). การทดสอบเพื่อเลือกอุปกรณ์ปกป้องระบบหายใจสำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงโม่หิน. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. 21(2). 38-46.
- วิทยา เทพไพฑูรย์, สุวิทย์ เดียว, และสมิคร ชันเงิน. (2541). การกำจัดก๊าซ SO₂ ด้วยน้ำและน้ำผสมหินปูนใน Packed Tower. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท. 41. กรุงเทพมหานคร. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย. 44-52.
- ศีกษา ภมรสถิตย์. (2523). การศึกษาปริมาณสารตะกั่วในเลือดและปัสสาวะของคนที่อยู่ติดถนนใหญ่ในเขต กทม. กรุงเทพมหานคร.
- ศุภจิต มโนทิโมกษ์ และนันทยา ลิ้มประยูร. (2536). น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว: บทวิเคราะห์เชิงนโยบายต่อปัญหามลภาวะทางอากาศ. ความขัดแย้งและทางออกของการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล. 545-586.
- สมชาย จันทร์ขาวนา. (2536). ผลกระทบของน้ำมันหล่อลื่นลดควันขาวต่อคุณภาพอากาศ. การประชุมวิชาการระดับชาติ สวสท. ‘36 “เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ”. กรุงเทพมหานคร : หจก. ไพน์อาร์ต พับลิชชิง. 1-9.
- สมพงษ์ สิทธิโชคสกุลชัย และเยาวลักษณ์ วงศ์บุตรดี. (2541). การประเมินสภาวะมลพิษทางอากาศและเสี่ยงจากท่อไอเสียรถยนต์ของหน่วยงานสาธารณสุข เขต 8. กรุงเทพมหานคร. 278-288.
- สามัคคี บุญยะวัฒน์. (2535). การสำรวจชนิดและความหนาแน่นของพรรณพืชบริเวณที่มีมลสารทางอากาศสูงในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิทธิชัย ลิขิตพัฒน์ไพบูลย์ และเฟริศพรพรณ คณาธารณา. (2520). ปริมาณแคดเมียมในอากาศบริเวณสุขุมวิทย่านบางจากถึงบางนา. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 29-34.
- สุชุม ภูทอง และคณะ. (2533). มลภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร: ปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็งโรคมะเร็ง. คุณภาพชีวิตของคนเมืองหลวง, การประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 1 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล. 235-246.

- หทัยรัตน์ การ์ิเวทย์, วรรณภา เลาวกุล, และ สุนทร งดงาม. (2537). การศึกษาองค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนจากไอเสียรถยนต์ ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ. บทบาทของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมต่อการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 116-157.
- อรุณ โชติพงศ์. (2541). การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ. กรุงเทพมหานคร.
- อรุณ โชติพงศ์. (2542). การศึกษาดัชนีการวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในและภายนอกอาคาร. กรุงเทพมหานคร.

บรรณานุกรมรายงาน

- กรมควบคุมมลพิษ. (2536). มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2536. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ, 32-47.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2537). มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 2-39.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2538). มลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535-2536. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 174-180.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2538). มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535-2536. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 92-101.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2538). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2536-2537. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 121-131.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). สุขภาพประชาชนกับมลพิษทางอากาศ. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 269-273.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2541). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2539-2540. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีส์ จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2541). เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การจัดทำกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองใน กรุงเทพมหานคร วันที่ 20-21 พฤษภาคม 2541. กรุงเทพฯ : ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). คุณภาพอากาศในประเทศไทย. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2541. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ, (3-1) - (3-19).
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2541. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีส์ จำกัด.
- กรมโยธาธิการ. (2537). รายงานสรุปผู้บริหาร การจัดทำแผนแม่บทการจราจรและการขนส่งในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. กรุงเทพฯ : กรมโยธาธิการ.
- กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2533). รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทยปี พ.ศ. 2533. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ.

- กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม. (2530). รายงานการฝึกอบรมเรื่อง การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ วันที่ 3-4 กันยายน 2530 กรุงเทพฯ. กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- จุฑามาศ เกตุทัต, นิตยา มหาผล และประนอม ภูวนัตถ์ชัย. (2533). รายงานวิชาการ “การทบทวนเบื้องต้น สถานการณ์มลพิษทางอากาศในประเทศไทย”. กรุงเทพมหานคร : กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.
- ธนาคารโลก. (2543). วาระสีน้ำตาล มลพิษทางอากาศ. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทยปี 2000. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานธนาคารโลก กรุงเทพฯ , 4-5.
- ธีรชัย บุญญะการกุล, สมศิริ ไชยเขียน และอุดมลักษณ์ ศรีทัศน์ย์. (2538). ปัญหามลพิษทางอากาศ ผลกระทบต่อสุขภาพ และแนวทางแก้ไข 2538. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๒๕ กันยายน-ธันวาคม. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๒๕ พฤษภาคม-สิงหาคม. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๒๕ มกราคม-เมษายน. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๔๑ กันยายน-ธันวาคม. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๔๒ พฤษภาคม-สิงหาคม. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๔๒ มกราคม-เมษายน. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๔๓ พฤษภาคม-สิงหาคม. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- ฝ่ายระบบสารสนเทศ. (2539). สรุปข่าวสิ่งแวดล้อม “๔๓ มกราคม-เมษายน. กรุงเทพฯ : กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- พรชัย ธรรมธรรม. (2534). รายงานการฝึกอบรมเรื่อง การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2534. กรุงเทพมหานคร : กองสนเทศและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- พิทยา ว่องกุล. (2537). ลมฟ้าอากาศประเทศไทย ปัญหาความแปรปรวนภูมิอากาศใหม่. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- ไพศาล เปี่ยมเมตตาวัฒน์. (2539). บรรยากาศและมลพิษทางอากาศ. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ. 2539. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 229-239.

- เขาวนันทน์ เชษฐรัตน์ และสมัย อาภากริม. (2538). ปัญหามลพิษทางอากาศจากการคมนาคมขนส่ง. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 229-239.
- ศิริชัย ไพโรจน์บริบูรณ์, สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา และคณะ. (2539). มลพิษทางอากาศ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรตเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด, 4-17.
- ศิริชัย ไพโรจน์บริบูรณ์, สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนาและคณะ. (2541). คุณภาพอากาศ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2539 : บันทึกถีนี้น้ำตาล. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีส์ จำกัด, (2-1) - (2-15).
- ศิริชัย ไพโรจน์บริบูรณ์, สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนาและคณะ. (2542). คุณภาพอากาศของประเทศไทย. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2540 : บันทึกถีนี้น้ำตาล. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีส์ จำกัด, (2-1) - (2-16).
- ศิริพร เหลืองนฤทัย และอุดมลักษณ์ ศรีทัศน์. (2538). รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียง ปี 2538. กรุงเทพมหานคร : กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.
- สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. (2521). รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมประเทศไทย วันที่ 13-15 ตุลาคม 2520. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2537). รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนหลักเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคใต้. กรุงเทพฯ : สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2531). คุณภาพอากาศในประเทศไทย. รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย พ.ศ. 2530. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 1-24.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2532). รายงานคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจรในกรุงเทพมหานคร (2527-2532) กรุงเทพฯ : ฝ่ายคุณภาพอากาศและเสียง.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2535). มลพิษทางอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ. 2530-2534. กรุงเทพมหานคร : กองนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 110-113.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2542). มลพิษทางอากาศ. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์การปก, 192-215 และ 425-438.
- สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. (2540). รายงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมวุฒิสภาเรื่อง การจัดการมลพิษทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ กรณีศึกษาที่ 7 ปัญหาเรื่องฝุ่นในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
- สุกรานต์ โรจน์ไพรวงศ์. (2541). สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2540-2541. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2534). การจัดทำรายงานการศึกษาลักษณะทางสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียงจากโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง การศึกษาลักษณะทางสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2534. กรุงเทพมหานคร : กองสนเทศและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2534). การประเมินผลกระทบ (การทำนาย) ด้านอากาศจากโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง การศึกษาลักษณะทางสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2534. กรุงเทพมหานคร : กองสนเทศและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

บรรณานุกรมวารสาร

- Ayers, G.P. (2534). Atmospheric Acidification in the Asian Region. Environmental Monitoring and Assessment, 19 (1-3). 225-251.
- H. GARIVAIT, C. POLPRASERT, K. YOSHIKUMI, and L. BAETZ REUTERGARDH (2542). Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in Bangkok Urban Air I. Characterization and Quantification. Polycyclic Aromatic Compounds, 13. 313-327.
- Jarija Boonjawat, Kiyoshi Niitsu, and Sachio Kubo. (2543). Urban Heat Island : Thermal Pollution and Climate Change in Bangkok. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 9(1). 49-55.
- K. Yoshizumi, Y. Ishibashi, H. Garivait, M. Paranamara, K. Suksomsank and M.S. Tabucanon. (2539). Size Distributions and Chemical Composition of Atmospheric Aerosols in a Suburb of Bangkok, Thailand. Environmental Technology, 17. 777-782.
- Kungskulniti, Nipapun and Edgerton, Sylvia A. (2533). Ambient volatile organic compounds at selected sites in Bangkok City, Thailand. Chemosphere, 20(6). 673-679.
- Ladawan Paungchit. (2536). Forests and changing land-use practices : contributions to greenhouse gases. TEI Quarterly Environment Journal, 1(1). 21-28.
- Minami, K. and Neuc, H.U. (2535). Rice paddies as a methane source. Climatic Change, 27(1). 13-26.
- Naree Boontharawara, Oranut Paisarnutpong, Sangsant Panich, Kunchit Phiu-Nual, and Supat Wangwongwatana. (2537). Traffic crisis and air pollution in Bangkok. TEI Quality Environment Journal, 2(3). 4-37.
- Paminikabud, Pichai. (2530). Evaluation of the Effect of Bangkok's One-Way Traffic System on Environmental Quality. Science of the Total Environment, 59(Jan). 19-31.
- Pimpan Jermasawatipong. (2536). Agricultural sector : current situation and anticipated trends. TEI Quarterly Environment Journal, 1(1). 29-48.
- Pojanie Kummongkol. (2536). Energy consumption in Thailand and greenhouse gas emissions. TEI Quarterly Environment Journal, 1(1). 11-20.
- S. MUTTAMARA and SHING TET LEONG. (2543). Monitoring and Assessment of Exhaust Emission in Bangkok Street Air. Environmental Monitoring and Assessment, 60(2). 163-180.
- Sungsuwan Patanavanich, S. (2534). The Basis for Thailand's Response Strategies to Global Warming . TDR Quarterly Newsletter, 6(3). 7-12.
- Sungsuwan Patanavanich, S. (2534). The Basis for Thailand's Response Strategies to Global Warming. TDR Quarterly Newsletter, 6(3). 7-12.

- Sungsuwan Patanavanich, S. (2535). Reforestation as a carbon sink: toward slowing global warming. TDR Quarterly Review, 7(1). 8-14.
- Sungsuwan Patanavanich, S. (2535). Reforestation as a carbon sink: toward slowing global warming. TDR Quarterly Review, 7(1). 8-14.
- Vandang, G, L. Minh and S. Yodmani. (2537). Key Challenges Facing Thailand in the Context of Global CO₂ Emission Abatement. Energy Policy, 22(11). 971-980.
- Vute Wangwacharakul. (2536). Reducing CO₂ emissions in Thailand : response strategies. TEI Quarterly Environment Journal, 1(1). 50-65.
- Wangwongwatana, Supat. (2536). Addressing air pollution problems from mobile sources in Bangkok. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 3(2). 88-97.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2543). มาตรฐานท่อไอเสียรถยนต์สามล้อ. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 14(2). 28-29.
- กองบรรณาธิการกฟผ. (2540). ทางออกของปัญหามลพิษจากน้ำมันดีเซล. วารสาร กฟผ., 27(4). 27-30.
- กองบรรณาธิการข่าวสาร กฟผ. (2535). ปฏิกิริยาการเรือนกระจกและภาวะฝนกรด. ข่าวสาร กฟผ., 22(10). 17-18.
- กองบรรณาธิการวารสารโลกสีเขียว. (2535). บรรยากาศชั้นโอโซนกำลังถูกทำลายอย่างรวดเร็วในขอบเขตทั่วโลก. วารสารโลกสีเขียว, 1(2). 44-46.
- กองบรรณาธิการวารสารวิศวกรรมสาร ฉบับ ว.ศ.ท.เทคโนโลยี. (2543). รู้จักระบบการทำงาน เครื่องกำเนิดก๊าซซัลเฟอร์ฯ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ. วารสารวิศวกรรมสาร ฉบับ ว.ศ.ท.เทคโนโลยี, 53(5). 31-34.
- กองบรรณาธิการวารสารสิ่งแวดล้อม. (2539). ฝนกรดและคุณภาพน้ำฝนในกรุงเทพฯ ฯ. วารสารสิ่งแวดล้อม, 1(4). 16-20
- กองเวชกรรมป้องกัน กฟผ. (2526). โครงการป้องกันอันตราย จากภาวะมลพิษเนื่องมาจากฝุ่นละอองในค้ที่แม่เมาะ. วารสาร กฟผ., 13(8). 21-24.
- กัลยาพร วรรณปิติ. (2537). ขจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำไมต้องเป็น “ระบบเปียก”. วารสาร ว.ศ.ท.เทคโนโลยี, 47(1). 71-74.
- กัลยาพร วรรณปิติ. (2540). “บางปะกง” โรงไฟฟ้าปลอดมลภาวะแห่งแรกในประเทศไทย. ข่าวสารกฟผ., 27(7). 17-20.
- กุลจิรา. (2534). มลพิษ. ข่าวสาร กฟผ., 21(11). 3-4.
- เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์. (2542). แนวทางการควบคุมมลพิษในอากาศกรุงเทพฯ. วารสารสิ่งแวดล้อม, 1(1). 32-37.
- ครรชิต ศิวนวล. (2528). ปัญหาการจราจรที่มีผลต่อสภาวะแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 4(1). 14-19.
- คุณวุฒิ ดำรงภักดิ์. (2536). สถานการณ์ของสารทำลายชั้นโอโซนกับการรื้ออาคาร. วารสาร สสท. ฉบับ เทคโนโลยี, 19(108). 67-72.

- โครงการเตรียมการควบคุมโรงไฟฟ้าปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2534). โรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับปรากฏการณ์เรือนกระจก. วารสารข่าวสาร กฟผ., 21(2). 23-26.
- จริยา บุญญวัฒน์, โทชิเอกิ อิซอโนเตะ, ทาเคชิโก มิตามิ, และ ซาชิโอะ กุโบ. โคมความร้อนเหนือมหานคร วิธีการตรวจวัดและแนวทางการควบคุม. วารสารสิ่งแวดล้อม, 3(14). 22-31.
- จารุจินต์ ภักดิ์ภัก. (2538). ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนขึ้น. วารสารข่าวสาร กฟผ., 25(3). 39.
- จำนง แก้วจะฎา. (2538). ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ที่ผลต่อภาวะมลพิษทางอากาศ. วารสาร วิทยาศาสตร์, 30(2). 21-25.
- จินดา บำเพ็ญอยู่ และพินณา โรจนจิราภา. (2535). โครงการศึกษาการตรวจหาสารตะกั่วในตัวอย่างอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงานโดยวิธีการทางภาคสนามที่ง่ายและราคาถูก. วารสารการอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 15(2). 46-61.
- จุมพล ศิริสวัสดิ์. (2540). เครื่องมือการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย. วารสาร ค.พ., 2(1).
- ชมภูศักดิ์ พูลเกษ และเทพพนม เมืองแมน. (2539). การตรวจพบเชื้อโรคในบรรยากาศและการจราจร บริเวณกรุงเทพมหานคร. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 6(2). 65-71
- ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ. (2534). มาตรการป้องกันระยะยาว : อันตรายจากสารมลพิษทางอากาศในเขต กทม. วารสารวิศวกรรมสาร ฉบับเทคโนโลยี, 44(11). 87-91.
- เชิดพันธ์ วิจุราภรณ์ (2536). การเริ่มต้นแห่งช่วงเวลาของการปลดการใช้สารทำความเย็น CFC. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 4(2). 68-71
- จิตติวัฒน์ สีนแสง. (2524). การวิเคราะห์หาปริมาณของสารเคมีบางตัวที่เป็นพิษในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. วารสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, น.พิเศษ 3.
- ทวีศักดิ์ พงศ์ปัญญา และเจษฎา สุขพิทักษ์. (2539). มลพิษจากเครื่องยนต์. วารสารวิทยาศาสตร์, 5(2). 73-77.
- เทพวิฑูรย์ ทองศรี. (2535). มลพิษทางอากาศ จากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 40(130). 3-4.
- เทพวิฑูรย์ ทองศรี. (2537). ฝนกรด. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 42(136). 3-8.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ ชนิมภรณ์ เองตะกุล. (2539). แนนโงหรือว่าลดเบนซินดีกว่าลดดีเซล. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 10(3). 23-26.
- ธเรศ ศรีสถิตย์. (2532). ปฏิกริยาเรือนกระจก “ Greenhouse Effect ” และการสูญเสียของชั้นโอโซนที่ห่อหุ้มโลก. วารสาร จุลสารสภาวะแวดล้อม, 8(2). 41-44.
- ธวัช สุนทรจารย์ และประภาวัลย์ เพียรธรรม. (2539). ฝุ่นละออง : ปัญหาจากการจราจรที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 6(4). 61-67
- ธวัชชัย ลาภรังสิรัตน์ และกานต์ชนิด พินิจคำ. (2536). ระบบติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศที่เหมาะสม. วารสาร กฟผ., 23(10). 10-13.

- นงลักษณ์ สะวานนท์. (2534). การเปรียบเทียบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าน้ำมัน ในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และทางด้านเศรษฐศาสตร์. วารสารกฟผ., 21(8). 6-19.
- นฐปัทม์ จิตตพิทักษ์. (2541). มาตรการป้องกันเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 11(2). 43-50
- นพภาพร พานิช. (2532). การจลาจลกับปัญหาอากาศเสีย. วารสารนิเวศวิทยา, 16. 40-45.
- นพภาพร พานิช. (2539). การจัดทำระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างประเภทต่างๆ. วารสารสิ่งแวดล้อม, 1(4). 9-15.
- นพภาพร พานิช. ดัชนีคุณภาพอากาศ. วารสารสิ่งแวดล้อม, 3(15). 12-27.
- นลินี ศรีพวง และคณะ. (2541). กรณีศึกษาผู้ประกอบการอาชีพที่สัมผัสกับสารทำลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 21(2). 23-29.
- นิตยา มหาผล และคณะ. (2534). มลพิษทางอากาศและการจราจรในกรุงเทพมหานคร. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 10(4). 4-9.
- นิตยา มหาผล, จุฬามาศ เกตุทัต และประนอม ภูวนัตถ์. (2534). มลพิษทางอากาศและการจราจรในกรุงเทพมหานคร. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 10(4). 4-10.
- นิตยา มหาผล. (2521). ความรู้ทั่วไปเรื่องอากาศเสีย. จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม. 13-16.
- นิตยา มหาผล. (2527). ระเบียบแหล่งกำเนิดสภาวะมลสารทางอากาศในบริเวณกรุงเทพมหานคร. การอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 7(1). 11-21.
- นิตยา มหาผล. (2534). กฎหมายสิ่งแวดล้อม. วารสารนิติศาสตร์, 21(2). 166-175.
- นิลรัตน์ พัฒนเสรี. (2519). อากาศเสีย: มาตรการใหญ่ของนครเมืองหลวง. สังคมศาสตร์ปริทัศน์, 14(1). 109-115.
- บริษัท เอ็กซอนเคมีประเทศไทย จำกัด. (2537). สารทำความสะอาดที่ไม่ทำลายโอโซน ทางเลือกใหม่สำหรับอุตสาหกรรมทำความสะอาด. ความรู้คือประทับใจ. 30-33.
- บุญนำ สุวรรณโพธิ์. (2535). การรณรงค์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติแทนวัตถุเคมี (โฟม). วารสารพัฒนาชุมชน, 31(6). 36-39.
- บุญสม พรเทพเกษมสันต์. (2533). พลังงานนิวเคลียร์กับปฏิกิริยาเรือนกระจก. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 9(5). 4-7.
- เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์. (2534). น้ำมันไร้สารตะกั่ว..... ก้าวที่หนึ่งของการลดปัญหามลพิษทางอากาศ. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 10(3). 4-9.
- ประมุข โอศิริ. (2539). กลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 6(1).
- ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์. (2542). สารมลพิษจากการขนส่ง และวิธีการแก้ไขในประเทศไทย. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 1(2). 262-268.
- ปัญญา วรเพชรายุทธ. (2541). น้ำมันดีเซลกำมะถันต่ำ ; ก้าวสำคัญในการลดมลพิษทางอากาศ. วารสาร กฟผ., 3(1). 3-5.
- ปิยะนันท์ จีระเศรษฐ์. (2526). พินภัยจากตะกั่ว. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 2(2). 26-28.

- ผกาดี นารอง. (2540). การกำจัดสารมลพิษในอากาศโดยใช้ปล่องไฟสูง. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 11(8), 36-38.
- ฝ่ายวิชาการ. (2534). สารตะกั่วพิษร้ายในอากาศ. วารสารสารคดี, 7(74), 4-6, 9, 144.
- ฝ่ายวิชาการ. (2534). อาจไม่มีฝนกรดในไทย แต่-. วารสารสารคดี, 7(78), 4-6, 9, 103-104.
- ฝ่ายวิชาการ. (2536). อวสานของซีเอฟซี ผู้ร้ายทำลายโลก. วารสารสารคดี, 8(95), 2-4, 7, 123-124.
- พงษ์สันต์ กิตติอำพน. (2538). เวลาพิสูจน์ความตั้งใจที่แม่เกาะ ... ไร่ผลสาร. ข่าวสาร กพผ., 25(10), 33-35.
- พงษ์สันต์ กิตติอำพน. (2536). แม่เกาะวันนี้ ... ไม่มีมลพิษ. ข่าวสาร กพผ., 23(11), 34-36.
- พนัส งามนกวรรณ. (2540). โครงการสาธิต ระบบเครื่องกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์. วารสารโรงงาน, 15(2), 13-16.
- พรนิติ แสนศิริ. (2540). สารฮาโลนกับการอนุรักษ์ชั้นบรรยากาศโอโซน. วารสารโรงงาน, 15(2), 23-26.
- พรพิมล กองทิพย์ และทิพย์วรรณ อรุณรังสีเวช. (2542). การพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 9, 85-89.
- พรพิมล กองทิพย์ และรัตนา รักยตระกูล. (2542). การพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในอากาศ. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 9, 78-82.
- พัทธวิมล เรียรเลิศล้ำ. (2528). การทำงานในโรงงานถ่านไฟฉาย. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 4(1), 20-27.
- พิสันต์ การสุทธิ. (2536). ตะตะ โลดิกคอนเวอร์เตอร์. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 41(132), 23-25.
- พูลพร แสงบางปลา และรัชดา อิศระเสนารักษ์. (2536). มาตรฐานไอเสียยานยนต์ในประเทศไทย. วารสาร สสท. ฉบับเทคโนโลยี, 19(107), 70-75.
- เพริศพรหม คณาธารณา. (2524). การวิเคราะห์มลสารในอากาศในกรุงเทพมหานคร. จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม, 9-12.
- ไพบุลย์ ภูริเวทย์. (2528). ความเป็นกรดและปริมาณไนเตรทของน้ำฝนในบริเวณชานเมืองกรุงเทพฯ และผลกระทบต่อพืช. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2(3), 1-14.
- ไพบุลย์ ภูริเวทย์. (2528). ฝนกรด: ผลพลอยได้จากการพัฒนาเทคโนโลยี. ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 32(11), 37-39.
- มยุรี ภาคกล้าเจ๊ก. (2535). CFC กับปัญหาสิ่งแวดล้อม. วารสารพลาสติก, 9(1), 46-47.
- มานวิภา กุศล. (2540). การลดอุณหภูมิการกลั่นน้ำมันดีเซล สามารถลดควันดำได้แค่ไหน. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 11(8), 33-35.
- มานิต เผือกสกนธ์. (2534). มลพิษจากไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 6(1), 21-22.
- มานิต เผือกสกนธ์. (2534). มลภาวะจากรถจักรยานยนต์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 6(3), 13-17.
- มานิต เผือกสกนธ์. (2537). ติดตั้ง catalytic converter กับรถจักรยานยนต์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9(2), 45-46.
- โยธิน. (2542). การสัมผัสตะกั่วและผลกระทบต่อสุขภาพช่วงซ่อมแซมหม้อน้ำรถยนต์ในประเทศไทย. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 1(2), 228-233.
- รังรอง (นามแฝง). (2536). มลภาวะในอากาศของกรุงเทพฯ จะมีก้าวต่อไปหรือไม่. แพรว, 14(321), 266-277.

รังรอง (นามแฝง). (2536). สารซีเอฟซี. แพรว, 14(322). 236-237.

ราชันี รุจิวิโรคม. (2535). ระดับความเข้มข้นของตะกั่ว -214 และบิสมัท -214 ในบรรยากาศบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์, 26(1).

รุ่งเรือง ทิพย์ศิริ. (2536). ยานยนต์กับสิ่งแวดล้อม. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 4(3). 80-82.

รุจิรวินิช และชนพรรณ สุนทระ. (2529). ปัญหาอากาศสกปรกของกรุงเทพมหานคร. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 5(1). 20-23.

กลาวัลย์ วิญญูมิชนันท์. (2527). มลภาวะอากาศในกรุงเทพมหานคร ปัญหาที่รัฐบาลยังแก้ไขไม่ได้. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 3(2). 21-24.

ลัดดาวรรณ คงสวัสดิ์. (2537). กรุงเทพฯ อากาศเสียที่สุดในโลก. วารสารสารคดี, 9(108). 34.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2532). อันตรายของตะกั่วจากทางด่วน. วารสารจุลสารสภาวะแวดล้อม, 8(2). 20-23.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2526). ปัญหาอากาศเสียของกรุงเทพมหานคร. สารสิ่งแวดล้อม, 9(1). 47-50.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2526). ปัญหาอากาศเสียของกรุงเทพมหานคร. สารสิ่งแวดล้อม, 9(1). 47-50.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2532). อันตรายที่เกิดจากตะกั่วทางด่วน. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 8(2). 20-23.

วรวิทย์ ชีวภรณ์ภักดิ์ และคณะ. (2522). น้ำฝนเป็นพิษ. วารสารจดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม.

วรสิทธิ์ เคหะเสถียร. (2536). วัตถุประสงค์การใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 4(2). 30-32.

วรารุณ เสือดี. (2535). นโยบายอนุรักษ์พลังงานกับการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ: การเชื่อมโยงที่น่าจะเริ่มต้น. โลกสีเขียว, 1(2). 41-43.

วรารุณ เสือดี. (2536). ผลกระทบจากโรงไฟฟ้าพลังถ่านหินกรณีตัวอย่างแม่เมาะ. โลกสีเขียว, 1(6). 54-61.

วรารุณ เสือดี. (2542). เตาเผาขยะและสารมลพิษที่ระบายออก. วารสารพลังงาน, 9(44). 40-44.

วันนี พันธุ์ประสิทธิ์. (2541). การทดสอบเพื่อเลือกอุปกรณ์ปกป้องระบบหายใจสำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 21(2). 38-46.

วิกรม เสงคิสิริ, รัชชัย อธิพิบูลธนากร, วิชญา พิลาดคง, วิโรจน์ ช่างม่วง, บังอร ปรัชญกุล, พรศรี พลพงษ์ และสมชัย บวรภักดี. (2543). คุณภาพอากาศในห้องพักสูบบุหรี่ที่ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2(2). 221-226

วิชัย เอกพลากร. (2539). ผลต่อสุขภาพต่อสุขภาพจากภาวะมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 48. 255-258.

วิราดา คิชฌมณฑล. (2527). มลพิษในสถานที่จอดรถ. วารสารพัฒนาชุมชน, 23(11). 90-92.

เวนต์ พานิชสุขผล, นิภาพรณ กังสกลณิน, กานดา วัฒนภัส และ สรศักดิ์ โลงจอนดาร์ณ. (2543). พีเอ็ม 10 ในอาคารและปัจจัยเสี่ยงอื่นต่อโรคปอดบวมในเด็กกรุงเทพมหานคร. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2(2). 235-241

ศิริ ธัญญา. (2540). ก้าวใหม่ในเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม : อุปกรณ์กำจัดไอเสียรถยนต์ Two – stage Catalyst. วารสาร ค.พ., 2(3). 56.

- ศิริชัย เขียนมีสุข. (2534). ทางเลือกในการแก้ปัญหาปรากฏการณ์เรือนกระจก. วารสาร ข่าวสาร กฟผ., 21(2). 26-29.
- สุสิทธิ์ สุทธิเมธากร. (2535). มหันตภัยแสงแดด. ข่าวสาร กฟผ., 22(7). 11-13.
- สุสิทธิ์ สุทธิเมธากร. (2538). ทำไมโลกเร จึงร้อนขึ้นเรื่อยๆ. วารสาร ข่าวสารกฟผ., 21(2). 17-27.
- ศูนย์ประชาสัมพันธ์ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2535). ร่วมสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อม เพื่ออากาศบริสุทธิ์. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 3(1). 31-35.
- สถาบันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2536). ตะกั่วเจือปนอากาศ ประสาท-สมองเสื่อม จงภูมิใจที่ได้ช่วยด้วย "เบนซินไร้สารตะกั่ว". วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 4(3). 75-79.
- สนธิ คชวัฒน์. (2536). การตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย. วารสาร สสท. ฉบับเทคโนโลยี, 19(109). 96-101.
- สนธิ คชวัฒน์. (2536). การตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศในประเทศไทย. วารสารส่งเสริมการเกษตร, 19(109). 96-101.
- สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ. (2543). ภาวะมลพิษทางอากาศในอาคารสาธารณะ ในประเทศไทย. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 9(1). 26-36
- สมชัย วงศาภักย์. (2532). เลิกใช้สาร CFCs ใน 10 ปีข้างหน้าผู้ผลิตเครื่องเย็นสะท้อนหนัก. ผู้จัดการรายเดือน, 7(72). 162-169.
- สมชัย วงศาภักย์. (2532). เลิกใช้สาร CFCs ใน 10 ปีข้างหน้าผู้ผลิตเครื่องเย็นสะท้อนหนัก. ผู้จัดการรายเดือน, 7(72). 162-169.
- สมชาย สกุลอสิริยาภรณ์ และคณะ. (2540). การจัดการคุณภาพอากาศอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 20(4). 22-30.
- สมพร จงคำ. (2540). การกำจัดก๊าซเสียจากปล่องควันของโรงไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีนิวเคลียร์. วารสาร กฟผ., 6(3). 19-26.
- สมพร วิรุฬห์สุนทรกุล. (2533). การใช้แบคทีเรียแก้ปัญหาฝนกรด. ข่าวสาร กฟผ., 20(8). 16.
- สมศรี จรุงเรือง และเบญจวรรณ โชติพิพัฒน์ผล. (2541). การศึกษาและออกแบบไซโคลนเพื่อลดปริมาณอนุภาคในแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ฉบับวิจัยและพัฒนา, 9(1). 63-71.
- สมศรี จรุงเรือง และเบญจวรรณ โชติพิพัฒน์ผล. (2539). อุปกรณ์ลดปริมาณอนุภาคในแก๊สไอเสีย. วารสารพลังงานพลังงาน ฉบับพิเศษ 2539. 51-60.
- สมศรี จรุงเรือง. (2542). การวิจัยการเผาไหม้ในเตาเผามูลฝอยห้องเผาไหม้เดี่ยวและสองห้องเผาไหม้. วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 10(1). 90-101.
- สมหมาย เสนาปิ่น. แนวทางการขจัดมลภาวะจากไอเสียเครื่องยนต์. วารสารเทคนิคเครื่องกล-ไฟฟ้า-อุตสาหกรรม, 12(131). 92-100.
- สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2543). อากาศพิษ ... ภัยร้ายที่กำลังคุกคามเมือง. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 14(1). 22-25.

- สัมพันธ์ ภูโพบูลย์ และสัมพันธ์สุดา ไชยสิงห์. (2529). ผลกระทบต่อสุขภาพคนงานเหมืองแร่. วารสารสภาวะแวดล้อม, 5(6). 21-25.
- สุชาดา ขอบจายเกียรติ(2536), การเลิกสาร CFC : ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง, วารสารวิศวกรรมสารฉบับเทคโนโลยี, 46(1), 52-54
- สุทธิเดช ต.แสงจันทร์ (2536), สารทดแทน CFC ในศตวรรษที่ 21, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 41(41), 6-8
- สุทิน อยู่สุข และกฤษณ์ เทียรณะประสิทธิ์. (2533). การประเมินอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานจากมลพิษทางอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรมและทำให้ตะกั่วบริสุทธิ์. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 12(1). 31-47.
- สุนทร ศุภพงศ์. (2535). ผลกระทบจากโอเลียร์รถยนต์ต่อสุขภาพ. วารสารวิศวกรรมสาร, 45(12). 114-115
- สุนิสา กาญจนกุล (2543), ปฏิบัติการพิทักษ์โอโซน, วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 14(2), 48-49
- สุนิสา กาญจนกุล. (2543). อุณหภูมิโลก มหันตภัยที่คุกคามสิ่งแวดล้อม, วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 14(1), 48-49
- สุปราณี คงนิรันดร์สุข. (2534). มาฟอกอากาศให้บริสุทธิ์กันเถอะ. ผู้จัดการรายเดือน, 8(93). 96-97.
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2534). ปัญหามลพิษทางอากาศ. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 1(1). 43-47.
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2535). การดำเนินงานแก้ไขมลพิษทางอากาศและเสียงของรัฐบาล. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 2(1). 55-60.
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2536). การใช้ระบบกำจัดฝุ่นแบบถุงกรองในการกำจัดฝุ่นจากการหลอมเหล็กโดยใช้เตาหลอมแบบใช้ไฟฟ้า. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 3(1). 59-64
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2539). จริงหรือที่น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมีอันตรายมากกว่าน้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่ว. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 10(2). 15-19.
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2540). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ “Valley Model”. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 11(11). 26-32.
- สุวัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2541). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ MPTER. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, 12(13). 37-41.
- สุภาพ จันทร. (2540). โครงการฝึกอบรมช่างเทคนิคประจำอุปกรณ์ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดมลพิษ. วาร ค.พ., 2(3). 48.
- สุภาพร กำปั่นทอง. (2540). โรงไฟฟ้าพระนครใต้กับโครงการลดภาวะเรือนกระจก. ข่าวสาร กฟผ., 27(12). 30-31.
- สุวัฒน์ นิลาชน. (2532). สิ่งแวดล้อมกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์. วารสาร กฟผ., 20(11). 15-18.
- สุวรรณ บุญกล้า. (2535). อากาศเป็นพิษ ภัยที่มองไม่เห็น. วิศวกรรมสาร ฉบับ วสท. เทคโนโลยี, 45(9). 93-95.
- เสถียร รุจิรวนิช และธนพรรณ สุนทร. (2529). ปัญหาอากาศสกปรกของกรุงเทพมหานคร. อุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม, 5(1). 20-23.
- อดุล ฌมวังรักษ์สัตว์. (2536). รถยนต์ เชื้อเพลิง สิ่งแวดล้อม. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 5(2). 25-31.

- อดุลย์ มังกรักษ์ศักดิ์. (2536). เอกสารประกอบเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับ น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว. วารสารวิศวกรรม
ก้าวหน้า, 4(2), 22-27.
- อดุลย์ มังกรักษ์ศักดิ์. (2536). สารตะกั่ว. วารสารวิศวกรรมก้าวหน้า, 4(2), 28-29.
- อนุพันธ์ และชนาคม กนส. (2531). การกำหนดความสูงของปล่องควันโรงไฟฟ้า โดยใช้แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์. วารสารกฟผ., 18(6), 6-9.
- อมรรัตน์ ศรีไพจิตร. (2540). ยานยนต์ปลอดสารพิษ นวัตกรรมใหม่สำหรับศตวรรษที่ 21. วารสารพลังงาน, 7
(32), 33-36.
- อมรรัตน์ ศรีไพจิตร. (2542). มลพิษจากการเผาไหม้ของเสียมิพิช. วารสาร กฟผ., 8(1), 3-9.
- อรรถเดช บุญไชย. (2540). เตาเผาขยะ ศก 1. วารสารพลังงาน, 7(38), 42-45.
- อรรณ ศรีรัตนพิริยะ. (2523). อากาศ. จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม, 1-5.
- อรุณ ไชติพงศ์ (2538). การลดการใช้สารทำลายชั้นโอโซนในโรงงานอุตสาหกรรม, อุตสาหกรรมสภาวะแวดล้อม, 14
(2), 4-10
- อรุณ ไชติพงศ์ และวงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์. (2534). การศึกษาความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือ Dust Fall Jar และ
High Volume Sampler ในการวัดปริมาณฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 13(2),
39-61.
- อรุณ ไชติพงศ์. (2541). การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใจ. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 21(2) .
16-28
- อานัติ ประภาสวัศดี. (2535). อุตสาหกรรมกับรอยรั่วเนบรยาอากาศชั้นโอโซน. บรรษัทปริทรรศน์, 12(10), 24-25.
- อารัมภรัตน์ รัชดานุรักษ์. (2541). มลพิษทางอากาศ ในกรุงเทพมหานคร. วารสารจาร์พ, 5(45), 25-27.
- อำนาจ วงศ์บัณฑิต. (2532). การพิทักษ์ชั้นของโอโซนในบรรยากาศ. วารสารนิติศาสตร์, 19(2), 56-67.
- อิทธิพล พ้ออำมาตย์. (2540). โครงการสถิติการติดตั้งใช้งานเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ปริมาณมลพิษต่ำ
(EURO II) กับรถโดยสารประจำทาง. วารสาร ก.พ., 2(3), 44-47.
- อุดมลักษณ์ ศรีทัศน์, นันทวรรณ วิจิตรวาทการ, สมเกียรติ วงษ์ทิม, สุวัฒน์ เบญจพลพิทักษ์, สุชัย เจริญรัตนกุล,
และสุกานดา ปลั่งสุชน. (2543). ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อสมรรถภาพปอดของเด็กใน
กรุงเทพมหานคร. วารสารเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2(1), 46-52

บรรณานุกรมวิทยานิพนธ์

- กชกร อยู่เย็น. (2541). การศึกษาผลกระทบของฝุ่นจากอุตสาหกรรมย่อยหินที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพปอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กรณีศึกษา โรงเรียนระดับประถมศึกษาในจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กนก สุขสมลัญจ์. (2533). ไอเสียจากเครื่องยนต์เบนซิน(ก๊าซโซลีน). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพร บุญฤทธิ์. (2534). การปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร (ช่วงปี พ.ศ.2528 - 2532). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขนิษฐา หมู่โสภัญ. (2539). การจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยหินปูนในเตาเผาฟลูอิโดเบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ขรรชัย เกียรติกรอุดม. (2526). การหาความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขันทอง สุนทราภา. (2531). การศึกษาการกระจายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ชื่อ "CRSTER" และ "VALLEY". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คัทธียา ศิลารัตน์. (2540). เปรียบเทียบการตรวจวัดควันดำโดยใช้ ระบบกระดุมกรองและระบบวัดความทึบแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จริยา เดิมแก้ว. (2536). การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ตะกั่วในตัวอย่างอากาศโดยวิธี THQ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จุมพล ศิริสวัสดิ์. (2535). การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ดนัย จิตตธรรม. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไอโซน ไสโครคาร์บอน ไนโตรเจนออกไซด์ กับ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพย์วรรณ อรุณรังสีเวช. (2541). การพัฒนาวิธีการเก็บและวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศด้วยวิธี 5.5'-ไดไฮโอโรบิส (2-ไนโตรเบนโซอิก แอซิด). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- เทพวิฑูรย์ ทองศรี. (2535). การปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการใช้เชื้อเพลิงภายในประเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เทียบ เอื้อกิจ. (2532). การวิเคราะห์พลังงานและแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของระบบการผลิตร่วมในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธวัชชัย ลาภรังสิรัตน์. (2527). ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในฝุ่นในอากาศบริเวณแอ่งแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา จันทรประสพชัย. (2538). การศึกษาเปรียบเทียบสารมลพิษในไอเสียเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์แบบสองจังหวะและสี่จังหวะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธีรพงษ์ แก้วจรูญ. (2540). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองเขตรายบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นารินทร์ วิโรจน์ภัย. (2537). การลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยเตาเผาฟลูอิดไจซ์เบดของหม้อไอน้ำเล็กในดี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นิลพรรณ ชานนท์เมือง. (2542). ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยใช้เพดเมคทาวนด์เวอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุญชัย ชูชีเชียร. (2542). การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ "ISC" และ "AUSPLUME" ในการทำนายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญยัง อิ่มตา. (2537). ผลกระทบของน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วต่อสมรรถนะและมลสารในไอเสียที่สภาวะเสถียร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุญส่ง อัมพรจรัส. (2532). การประเมินอันตรายต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศภายในโรงงานถลุงและทำตะกั่วให้บริสุทธิ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประพิน บวรวิจิตรกุล. (2538). ความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลที่ได้รับเอทิลีนออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพิษวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- ประโพธิ์ อุปลัมภ์. (2540). การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะฉัตร โลเจริญกุล. (2542). การกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในก๊าซเผาไหม้โดยวิธีทางชีวภาพ ส่วนที่ 1 : สภาวะไร้ออกซิเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพฑูรย์พราน สิริธีรศาสน์. (2538). การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ระหว่างการเผาไหม้ถ่านหินอัดก้อนในเตาหุงต้มครัวเรือน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พนิต เชิดชูพงษ์. (2523). การวิเคราะห์สารมลพิษบางชนิดในอากาศในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พยัพ โชคสุวัฒน์สกุล. (2511). การออกแบบสร้างเครื่องกรองฝุ่นและควันบุหรี่ในห้องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณทวี ธรรมธราธาร. (2539). การดูดซึมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยถ่านลอยอัดเม็ดในฟลูอิดIZED BED. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณวดี สุวณิกะ. (2530). การฟุ้งกระจายและการตกสะสมของอนุภาคตะกั่วที่มาจากจราจรทางบก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พลศักดิ์ วิฑูรชวลิตวงษ์. (2536). ปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากการสันดาปเชื้อเพลิงในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรี ชุตติศิลป์. (2532). ปฏิกิริยาของปูนขาวกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาระหว่างการเผาไหม้ถ่านหิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิรพรรณ แจ่มอรุณ. (2542). แบบจำลองพลวัตด้วยระบบไฮดรอสตาสสำหรับการทำนายผลกระทบของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พีรดา โรจน์ชีวิน. (2539). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันฝุ่นของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พุทธพร สุวรรณจรัส. (2530). การสร้างอุปกรณ์ชนิดอ่านค่าได้ทันที เพื่อตรวจสอบความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- พลศักดิ์ ดุลยสุวรรณ. (2529). ปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับตะกั่ว ของคนงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่ในเขตจังหวัด
กาญจนบุรี. วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.
- พลศักดิ์ เทียนสว่าง. (2537). การดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยสารดูดซึมที่มีเถ้าลอยลิกไนต์เป็นองค์
ประกอบ. วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพบุลย์ ดันคงจำรัสกุล. (2539). การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ในเตาเผาขยะชุมชน.
วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มานะ คิชวิศาล. (2537). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ที่เกิดจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ. วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชา
วิศวกรรมสำรวจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุติตา ศรีวิทยานุกูล. (2537). การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ได
ออกไซด์ในพุ่มโดยใช้วิธีมอนติคาร์โล. วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระวีวรรณ กาญจนสุนทร. (2536). ผลของการทำนาสวนและนาต่อการใช้ปุ๋ยเคมีในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชฎาพร อิศริยเวศม์. (2534). ปริมาณตะกั่วในเลือดของเด็กที่พักอาศัยใกล้เคียงโรงหลอมตะกั่ว. วิทยาลัย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชณี สอึงทอง. (2522). การหาปริมาณตะกั่ว – 214 และบิสมัท – 214 ในบรรยากาศกรุงเทพมหานครโดยแก๊สมา
สเปกโตรเมตรี. วิทยาลัยปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนา รักษัตระกุล. (2541). การพัฒนาวิธีการหาปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในอากาศ. วิทยาลัยปริญญาวิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขาสุศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.
- รุ่งทิพย์ สว่างสุข. (2535). ประสิทธิภาพของผ้ากรองฝุ่นสำหรับใช้ทำหน้ากากป้องกันฝุ่นลิกไนต์. วิทยาลัย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขาสุศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เรวัฒน์ เหล่าไพบุลย์. (2530). การหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- วชิระ วสุรัตน์, นาวาอากาศตรี. (2530). การประยุกต์ใช้ของพลาสติกที่ผลิตภายในประเทศเพื่อการเก็บตัวอย่างก๊าซ
คาร์บอนมอนอกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสาขา ธรณีสัณศาสตร์ บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วรรณ ช้างแก้ว. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความชื้นด้านสุขภาพกับพฤติกรรมการใช้หน้ากากป้องกัน
ฝุ่นของพนักงานโรงงานชลประทานเชียงใหม่ระดับอำเภอ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต, ภาควิชาสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วรรณรัตน์ อัครวิฑู. (2533). การศึกษา PERFORMANCE ของผ้าปิดจมูก ที่บรรจุด้วย ACTIVATED CARBON
ที่ทำจากกะลามะพร้าว เพื่อใช้ป้องกันสารระเหยเป็นอิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วรลักษณ์ คุณาธิมาพันธ์. (2542). การศึกษาสมรรถนะของไฮโดรเจนในการขจัดฝุ่นที่เกิดจากเตาหลอมโลหะ. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและความปลอดภัย บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วสิน มหัตนรินทร์กุล. (2536). ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นและตะกั่ว ในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- วิชัย อนุรักษฐานนท์. (2537). การหาปริมาณธาตุที่มีในฝุ่นแขวนลอยในอากาศโดยใช้เทคนิคนิวตรอนแอคติเวชัน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิทย์รัช ปรากฏาวิวัฒน์. (2541). การดูดกลืนไนโตรเจนออกไซด์ในหลอดกลืน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิทยา บัวประเสริฐ. (2534). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของคนงานทำรองเท้าที่สัมผัสกับสารไทลูอิน
ในกาวและเบนซินในกาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหาร
สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศรีธยา คงทอง. (2541). การศึกษาระดับตะกั่วของคนงานในสถานประกอบการเคาะพื้นสิริยนต์ในจังหวัดในเขต
ของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรีจันทร์ อุทโยภาส. (2536). การประเมินความเสี่ยงต่ออนุภาคที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจของคนงานในโรง
งานผลิตเบรค-คลัทช์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรม
และความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศศิธร อยู่สุข. (2533). ปริมาณฝุ่นในบรรยากาศ ปัจจัยเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรคระบบหายใจของประชากรในเขต
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- สมชาย พรชัยวัฒน์. (2531). การศึกษาระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซนตามสถานะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมเดช วัฒนศรี. (2531). การศึกษาเฟอริไทต์ลิวทริเอเตอร์ขนาดเล็กสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นฝ้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมบูรณ์ พันเลิศจันทรรักษ์. (2530). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องเก็บฝุ่นไซโคลอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมปรารถนา เรืองชาติ. (2531). ปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์ระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสหสาขาวิชา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมหมาย สร้อยนาคพงษ์. (2530). แนวทางการให้สิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องปัญหาของฝุ่นละอองที่เกิดจากกระบวนการสีข้าวในโรงสีข้าวแก่กรรมกรโรงสีข้าว ในจังหวัดสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สรายุทธ์ แสงธรรมรัตน์. (2538). ผลกระทบของคุณภาพน้ำบนเบนซินต่อสมรรถนะเครื่องยนต์และปริมาณมลสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สรายุทธ์ สมประเสริฐ. (2538). ภาวะมลพิษทางอากาศจากการปล่อยมลพิษของจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์. (2539). การทำความสะอาดอุ้งกรองในระบบควบคุมฝุ่นโดยใช้พัลส์เจท. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตำราญ ชาติโสม. (2543). แนวทางการปฏิบัติงานของประธานกรรมการบริหารองค์การบริหารส่วนตำบลเขต 6 ในการควบคุมฝุ่นละอองและเขม่าควัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาบริหารกฎหมายการแพทย์และสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุกัญญา ตามสัญญา. (2541). การประเมินมลพิษทางอากาศจากการขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุจินดา จารุพัฒน์. (2534). รูปแบบการทำงานระดับตะกั่วในพนักงานเก็บเงินค่าทางด่วน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุทธิพงศ์ กองสมบัติสุข. (2530). การหาปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุนทรี ชาราคูณ. (2542). การมีส่วนร่วมและความพึงพอใจของประชาชนต่อการแก้ไขปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศและกลิ่นเหม็นในเขตเทศบาลตำบลมโนรมย์ จ.ระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสื่อสารมวลชน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เสาวภา สุธะระกุลเวช. (2528). การพัฒนาวิธีการเพื่อวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสาขา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดิสร เพ็ชรธรรม. (2538). ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ตะกั่วในบรรยากาศ จากถนนสายหลักของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรุณ โชติพงศ์. (2534). การศึกษาความเหมาะสมของการใช้ Dust Fall Jar และ High Volume Sampler ในการวัดความเข้มข้นของฝุ่นจากโรงงานปูนซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีและการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อุทัย ดิยะวิสุทธิ์ศรี. (2534). การวิเคราะห์ธาตุในฝุ่นจากอากาศโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Apapan Silprasert. (1998). An Evaluation of UK-ADMS Model of NO₂ Concentration over Map Ta Phut Area. Master's thesis of Engineering (Chemical Engineering). King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Arun Chiravaikul. (1978). An investigation on the effect of lead in factory air upon human health : a case study of workers in battery plant. Master's Thesis of Science (Biostatistics). Mahidol University.
- Chang-Horng, Hsieh. (1972). Some Theoretical Considerations and Preliminary Investigations of Air Pollution from Traffic Emissions in Bangkok. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Choen Krainara. (1999). Environmental Planning and Management for Urban Industry : A Case Study of Public Health Effects of Industrial Air Pollution in Map Ta Phut Community, Rayong Province, Thailand. Master's Thesis of Science. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Ganesh Ragasam. (1987). Estimation of the Social Cost of Noise and Air Pollution caused by Road Traffic in Bangkok. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Hathairatana Garivate. (1999). A Study on Air Pollution by Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Pahs) in Bangkok Urban Atmosphere. Doctor's Thesis of Technical Science, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Isares Lertvisansak. (1996). Benzene Concentration in Vehicle Emission Using Unleaded Gasoline. Master's Thesis of Science. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.

- Lai Ping Nam. (1975). An Evaluation of Air Pollution Emissions by Stationary and Mobile Sources in Bangkok. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Luckana Amonsin. (1988). A Study on Cadmium in Thai Cigarette and the Estimation of the Time Occurance of Lung Emphysema to Smokers. Master's Thesis of Science (Technology of Environmental Management). Mahidol University.
- Orathai Jenwitheesuk. (1986). Carbon Monoxide Dispersion in Urban Street. Master's Thesis of Science (Technology of Environment Management). Mahidol University.
- Pongsit Siriroughudomporn. (1997). Benzene and Toluene Emission from Vehicles in Bangkok Ambient Air. Master's Thesis of Science. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Pradit Boontantrapiwat. (1991). The Prototype Design of Air Sampler. Master's Thesis of Science (Appropriate Technology for Resource and Development). Mahidol University.
- Rama Chandran, P.N. (1976). An Investigation of Blood Lead Content and Atmospheric Lead Levels in Bangkok. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Ratchanee Mongkolsappaya. (1991). Road Transport in Bangkok : Policy Analysis for Energy Conservation & Air Pollution Abatement Policies. Master's Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Rudklao Manonom. (1999). Prediction of Sulfur Dioxide Distribution in Mae Moh Power Plant Area. Doctor's thesis of Science (Energy Technology). King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Sudhin Yoosuk. (1983). Modelling the Dynamic Uptake of Carbon Monoxide by Human Body. Doctor's Thesis of Technical Science. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Tan, Team-Chye. (1974). Analysis of the Relationship between Traffic Congestion and Air Pollution. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Tuenjai Hempiyasombat. (1979). Factor Affecting Mn : Accumulation in Human Blood : A Case Study of Workers in Dry Cell Battery Factory. Master's Thesis of Science (Biostatistics). Mahidol University.
- Wacharapol Boonsiri. (1998). A Prediction of Ambient Air Nitrogen Dioxide (NO₂) Concentration over Map Ta Phut Area. Master's thesis of Engineering (Chemical Engineering). King Mongkut's University of Technology Thonburi.

บรรณานุกรมหนังสือ

- Boonprakob, Kansri. (2539). Climate Change: Local Solutions for Global Problem Thailand's Role in a Global Contest. Linking Local Solutions to Global Needs: Thailand's Environment Agenda in the 21 st Century. Bangkok : Thailand Environment Institute
- John T. Middleton. (2522). Air Pollution Control in Thailand: final report to the national environment board. Bangkok.
- Luxsamon Chattayathorn and Kanok Suksomsankh. (2539). Air pollution from mobile source in Thailand. 10 ปีที่ผ่านมาภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 145-157.
- M.B. Pescod and Nathony Rosales Ouano. (2516). Report on Bangkok Air Pollution. Bangkok.
- ONEB - Environmental Quality Standards Division, Office of the National Environment Board. (2528). มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. Bangkok: Office of the National Environment Board
- Team Consulting Engineers CO., Ltd and S.M. Group International Inc., CANADA. (2540). Manuals of Selected Models. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Thailand Environment Institue. (2540). Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990 : part 1. Bangkok.
- Tienchai Chongpeerapien, Somthawin Sungsuwan, Phanu Kritiporn, and Seree Buranasajja. (2533). Energy and Environment : Choosing the Right Mix. Bangkok.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. นโยบายและแผนการจัดการมลพิษทางอากาศ. นโยบายและแผนการจัดการมลพิษ – นโยบายและแผนการจัดการมลพิษทางอากาศ เสี่ยงและความสิ้นเปลือง. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2537). ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและเสี่ยงในประเทศไทย พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษและสถาบันสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2543). เอกสารประกอบการฝึกอบรม “การประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์”. กรุงเทพมหานคร.
- กรมอาชีวศึกษา, กรมควบคุมมลพิษ และมูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก. (2540). คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำอุปกรณ์และซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดสารมลพิษ. กรุงเทพมหานคร.
- กองจัดการคุณภาพอากาศและเสี่ยง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้านคุณภาพอากาศโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.
- กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน. (2530). รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ”. กรุงเทพมหานคร.

- กัญจน์ นาคมาดี. (2519). สถานะปัจจุบันของอากาศเสีย. รายงานการสัมมนาปัญหาสภาวะแวดล้อมกับการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 15-22
- คำภิญ สุทธิพิทักษ์ และคณะ. (2533). ปัญหาอากาศเสียและเสียงรบกวน.. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการจัดการสัมมนาสิ่งแวดล้อม '33. 107-111.
- คำภิญ สุทธิพิทักษ์. (2533). มลพิษทางอากาศที่กรุงเทพมหานครกับแนวทางการแก้ไขปัญหโดยสรุป. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการจัดการสัมมนาสิ่งแวดล้อม '35. 618-620
- คำภิญ สุทธิพิทักษ์. (2535). มลพิษทางอากาศที่กรุงเทพมหานครกับแนวทางการแก้ไขปัญหโดยสรุป. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3.”. กรุงเทพมหานคร. 618-620.
- คำภิญ สุทธิพิทักษ์. (2538). หุยมลพิษในบรรยากาศ. กรุงเทพมหานคร: กรณีสึกษาและแนวคิด. ม.ป.ท
- จุมพล ศิริสวัสดิ์. (2534). การตรวจวัดคุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศ. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ”. กรุงเทพมหานคร. (3-1) – (3-19).
- ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์. (2516). ปัญหามลพิษทางอากาศของนครหลวง: ภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป. กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 101-119
- บริษัท จีคอต จำกัด. (2542). เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการอบรมการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่อง และการควบคุมมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด. กรุงเทพมหานคร.
- เบญจลักษณ์ กาญจนเศรษฐ์. (2528). ผลบริหารสภาวะแวดล้อมของโรงงานถ่านไฟฉายที่มีต่อสุขภาพอนามัยของชุมชน. กรุงเทพมหานคร.
- ปิยสวัสดิ์ อัมระนันท์. (2535). การปรับปรุงเทคโนโลยีของเครื่องยนต์ มาตรฐานไอเสียและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3.” กรุงเทพมหานคร. 614-617.
- ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. มลพิษทางอากาศจากรถยนต์. กรุงเทพมหานคร.
- ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2538). วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในปล่องโรงงาน ตามวิธีของ United States Environmental Protection Agency. กรุงเทพมหานคร.
- ฝ่ายมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2538). วิธีการตรวจวัดก๊าซและความหนาแน่นของควันจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.
- พลพร แสงบางปลา. (2537). ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2539). คู่มือปฏิบัติการ สำหรับเจ้าหน้าที่งานควบคุมมลพิษในการตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรม เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร.
- มาริษา เพ็ญสท ภูิกัญญกุล. (2542). กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นการจราจร. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 607-612.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ. ระบบฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดอากาศเสียในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล, และ ชีระ เกรอต. (2540). มลภาวะอากาศ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชา พิลาดง และนุติตา เสถียรวัฒน์ชัย. (2542). ฝุ่นกรด. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 1341-1344.
- วิชัย เอกพลากร. (2542). ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศในกรุงเทพมหานคร. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 613-617.
- วิโชติ บุญเปลี่ยน. (2521). สรุปอันตรายอันเกิดจากฝุ่นในการทำเหมืองแร่และแฟรมที่เขาคูญ. รายงานการสัมมนาทางวิชาการปัญหาผลกระทบของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 293-298
- วิฑูร อัดนโต. (2533). ปัญหาพิษภัยจากเสียงและควั่น. คุณภาพชีวิตของคนเมืองหลวง. การประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 1 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นครปฐม : มหาวิทยาลัย. 289-292
- วีระเทพ กิตติธาดานิยม. การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ. กรุงเทพมหานคร.
- ศิริกัลยา สุวจิตตนนท์, วิวัฒน์ คัมพะพานิชกุล, ชิดาโอะ คานาโอเกะ, และจุฑามาศ เกตุทัต. (2542). มลภาวะอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชัย บวรกิตติ และรังสรรค์. (2542). ฝุ่นกับผลกระทบต่อสุขภาพ. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 579-606.
- สมชัย บวรกิตติ. (2542). อากาศพิษในอาคาร. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 657-670.
- สมพล กฤตลักษณ์. (2533). อากาศน้ำเสียง อาหาร และแรงงาน. คุณภาพชีวิตของคนเมืองหลวง. การประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 1 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล

- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2529). รายงานการวางแผนทางการแก้ไขปัญหามลพิษในเมืองหลัก โครงการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองหลัก (เมืองชลบุรี). กรุงเทพฯ
- สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2534). การประเมินผลกระทบ(การทำนาย)ด้านอากาศจากโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ”. กรุงเทพมหานคร. (2-1) – (2-15)
- สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2534). การจัดทำรายงานการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียงจากโครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ”. กรุงเทพมหานคร. (5-1) – (5-11).
- สุรัช เลิศธีระกุล. (2534). การใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศและการบำรุงรักษา. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ”. กรุงเทพมหานคร. (4-1) – (4-15).
- แสงสันต์ พานิช และคณะ. (2535). ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทย. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการจัดงานสัมมนาสิ่งแวดล้อม '35. 610-613
- แสงสันต์ พานิช. (2536). การวิจัยสภาวะแวดล้อมทางอากาศ โดยอาศัยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. เอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรม สภาวะแวดล้อมและการวิจัยวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- แสงสันต์ พานิช. (2541). การจัดการคุณภาพอากาศ. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอ็นไวร์ คอนเซ็ปต์ จำกัด.
- อุดมลักษณ์ ศรีทัศนีย์, สมพงษ์ เตชะมินา, และสมศิริ ใจเปี่ยม. (2535). มลพิษทางอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศ. คู่มือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเล่ม 4. การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

การจัดการมลพิษทางเสียง ในประเทศไทย

การจัดการมลพิษทางเสียง (Noise Pollution Management)

วราวุธ เสือดี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การศึกษารายงานความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทยได้ดำเนินการตามแนวทาง สามขั้นตอนคือ ทบทวนวรรณกรรม การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้ และการวิเคราะห์ทิศทางการศึกษาวิจัยในอนาคต

1. ทบทวนวรรณกรรม

ในการทบทวนวรรณกรรมด้านองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทยได้แบ่งประเภทของสื่อขององค์ความรู้ออกเป็น ประเภทของสื่อที่ทำการสืบค้น ดังนี้

1. วิทยานิพนธ์ : วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
2. งานวิจัย/การศึกษา : รายงานการวิจัยเฉพาะเรื่อง รายงานการศึกษาเฉพาะเรื่อง และงานวิจัยหรืองานศึกษาจากเอกสารประกอบการสัมมนา
3. รายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียง
4. หนังสือ : รวมทั้งคู่มือการศึกษา เอกสารการฝึกอบรม และเอกสารประกอบการสัมมนา
5. วารสาร : สื่อที่สืบค้นอาจเป็น วารสารทางวิชาการ งานวิจัย และบทความทั่วไปในวารสาร วารสาร เช่น วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ วารสาร ค.พ. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม วารสารอนามัย วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วารสารวิศวกรรม ก้าวหน้า วิศวกรรมสาร วารสารสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

1.1 ขอบข่ายองค์ความรู้

การทบทวนวรรณกรรมด้านองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงกำหนดขอบข่ายองค์ความรู้ ดังนี้

1. มลพิษทางเสียงทั่วไป
2. มลพิษทางเสียงจากการจราจร
3. มลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม
4. รายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียงและการตรวจวัด

1.2 แหล่งสืบค้นข้อมูล

แหล่งสืบค้นข้อมูล มีทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และองค์กรเอกชน ที่ทำการวิจัย พัฒนา รวมทั้งการปฏิบัติการ และดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องช่วงตั้งแต่ พ.ศ. 2504-2543 ได้แก่

1. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกรมวิทยาศาสตร์บริการ)
2. กระทรวงสาธารณสุข (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข และกรมอนามัย)
3. กระทรวงอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)
4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
6. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7. มหาวิทยาลัยมหิดล
8. มหาวิทยาลัยศิลปากร
9. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
11. สมาคมวิศวกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทย
12. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
13. มูลนิธิโลกสีเขียว

1.3 การศึกษาสถานภาพองค์ความรู้ด้านมลพิษทางเสียงในประเทศไทย

การศึกษสถานภาพองค์ความรู้จากการทบทวนวรรณกรรมตามกระบวนการข้างต้นพบว่าในเชิงปริมาณ สถานภาพองค์ความรู้ด้านมลพิษทางเสียงได้มีการศึกษามาอย่างต่อเนื่องดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุป การศึกษสถานภาพองค์ความรู้ ในเชิงปริมาณได้ดังนี้

จากตารางที่ 1 เมื่อแยกประเภทตามชนิดของสื่อที่พบแต่ละปีพบว่าองค์ความรู้ในส่วนของวิทยานิพนธ์ และ ในส่วนของรายงานสถานการณ์จะพบว่ามีปรากฏตามระยะเวลาอย่างสม่ำเสมอ วิทยานิพนธ์มีการพัฒนามาตั้งแต่ราวปี 2510 ซึ่งต่อเนื่องยาวนานที่สุด รายงานสถานการณ์เรื่องเสียงพบราวปี 2520 และมีต่อมาจนถึงปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง ส่วนทางด้านงานวิจัย รายงานการศึกษาเฉพาะด้าน และบทความในวารสารมีอยู่น้อยมาก ด้านหนังสือและคู่มือก็ปรากฏอยู่ค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะหนังสือมลพิษทางเสียงโดยตรงยังไม่มีปรากฏแพร่หลายชัดเจน

เมื่อแยกประเภทตามชนิดเนื้อหาที่ปรากฏคือ มลพิษทางเสียงทั่วไป มลพิษทางเสียงจากการจราจร มลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม และรายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียง จากตารางที่ 2 พบว่า มลพิษทางเสียงจากการจราจรนั้นเป็นเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในสื่อมากที่สุด มีอยู่ในสื่อทุกประเภท และที่น่าสนใจคือพบในหัวข้อวิทยานิพนธ์มากที่สุดเมื่อเทียบกับเนื้อหาส่วนอื่น เมื่อพิจารณาในรายละเอียดเฉพาะเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 3 พบว่า โดยสัดส่วนเปรียบเทียบพบว่าวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับเรื่องเสียงนั้น มหาวิทยาลัยมหิดลปรากฏพามากที่สุด รองลงมาคือสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) โดยวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องมลพิษทางเสียงที่

ปรากฏมีการศึกษาวิจัยโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทั้งหมดเป็นเรื่องเสี่ยงจากการจราจร และเฝ้า
หาแนวทางด้านการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดคะเนระดับมลพิษทางเสี่ยงจากการจราจรในรูป
แบบต่างๆ

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนประเภทข้อมูลมลพิษทางเสี่ยงในแต่ละปี

ประเภทข้อมูล	ปี พ.ศ.																	ไม่ ทราบ ปี	รวม
	2504-10	2511-20	2521-25	2526-30	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543		
1. หนังสือคู่มือ	0	0	2	3	0	0	5	2	1	1	2	0	1	2	3	0	0	0	22
2. วิทยานิพนธ์	0	3	7	9	2	0	3	2	1	3	3	3	2	1	3	0	0	0	42
3. งานวิจัย/งาน การศึกษา	0	0	4	6	0	0	0	0	1	3	1	0	0	1	3	0	0	1	20
4. รายงาน สถานการณ์	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	4	4	0	3	2	2	1	22
5. วารสาร	0	1	5	2	1	1	0	1	1	1	0	2	3	1	1	2	0	1	23
รวม	0	4	19	20	4	1	9	6	5	9	7	9	10	5	13	4	2	3	129

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนข้อมูลมลพิษทางเสี่ยงแยกตามประเภทเนื้อหา

ลำดับ	ประเภทข้อมูล	จำนวนข้อมูล					หมายเหตุ
		หนังสือ/คู่มือ	วิทยานิพนธ์	งานวิจัย / การศึกษา	รายงาน สถานการณ์	วารสาร	
1	มลพิษทางเสี่ยง	12	4	5	0	8	วารสารเป็นบทความทั่วไป
2	มลพิษทางเสี่ยงจากการจราจร	6	24	9	0	6	
3	มลพิษทางเสี่ยงจากอุตสาหกรรม	1	7	0	0	5	
4	รายงานสถานการณ์มลพิษทางเสี่ยง/การตรวจ	1	2	3	22	2	
5	มลพิษทางเสี่ยงต่อสุขภาพ	2	5	3	0	2	
รวม		22	42	20	22	23	

ตารางที่ 3 แสดงประเภทเนื้อหาของวิทยานิพนธ์

ลำดับ ที่	มหาวิทยาลัย	ระดับปริญญา			มลพิษทางเสี่ยงเนื่องจากการจราจร				มลพิษทางเสี่ยงเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรม				มลพิษ ทางเสียง อื่นๆ	หมายเหตุ
		ตรี	โท	เอก	การประเมิน ผลกระทบ	การควบคุม	ผลต่อสุขภาพ	อื่นๆ	การประเมิน ผลกระทบ	การควบคุม	ผลต่อสุขภาพ	อื่นๆ		
1	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0	6	0	1	1	0	0	1	1	2	0	0	
2	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
3	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
4	มหาวิทยาลัยมหิดล	0	18	0	3	0	2	0	0	1	3	0	10	
5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	4	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	สถาบันเทคโนโลยีแห่ง เอเชีย (AIT)	0	8	0	1		1	1	1*	1*		1	4	1* วิทยานิพนธ์ฉบับเดียว กัน มีทั้ง 2 ประเภท
รวม		4	38	0	13	2	3	2	2	3	5	1	14	

* การประเมินผลกระทบมลพิษทางเสียง = การศึกษาแบบจำลอง, การประเมินผลกระทบ

* อื่นๆ เช่น การสำรวจระดับเสียงโดยทั่วไป การวางผังภูมิป้องกันเสียงส่วนบุคคล (ปลั๊กอุดเสียง)

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนสื่อด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงแยกตามประเภทเนื้อหา

ลำดับ	ประเภทเนื้อหา	จำนวน					หมายเหตุ
		หนังสือ	วิทยานิพนธ์	งานวิจัย/การศึกษา	สถานการณ์	วารสาร	
1	แบบจำลองมลพิษทางเสียงทั่วไป	3	0	0	0	0	
2	แบบจำลองมลพิษทางเสียงจากจราจร	2	12	2	0	0	
3	แบบจำลองมลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม	0	1	0	0	0	
4	รายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียงโดยใช้แบบจำลอง	0	0	0	0	0	
	รวม	5	13	2	0	0	

การจำแนกองค์ความรู้ทางด้านมลพิษทางเสียงแยกตามเนื้อหา หรือจำแนกตามประเภทของสื่อ และการแสดงถึงระยะเวลาที่สื่อนั้นเผยแพร่พบว่า การต่อเนื่องขององค์ความรู้ด้านมลพิษทางเสียงที่เกี่ยวกับการจราจรที่ปรากฏในวิทยานิพนธ์มีความต่อเนื่องมากที่สุด อีกส่วนหนึ่งของเนื้อหาองค์ความรู้มลพิษทางเสียงด้านผลการตรวจวัดในรูปของรายงานสถานการณ์เริ่มมีความต่อเนื่องและความถี่ที่พบมากขึ้นตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2537 และมีแนวโน้มจะมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการเพื่อตอบสนองต่อพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 สำหรับองค์ความรู้ด้านมลพิษทางเสียงในส่วนอื่นๆ ไม่มีวิวัฒนาการที่เด่นชัด

1.4 สถานภาพองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทย

จากการทบทวนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทย เมื่อพิจารณาตามประเภทของสื่อพบว่าองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทยไม่ปรากฏในส่วนของการรายงานการศึกษาด้านการมลพิษทางเสียงนอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีการนำเสนอในรูปแบบของวารสาร โดยองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในประเทศไทยปรากฏอยู่ในวิทยานิพนธ์มากที่สุดมีปริมาณ 13 เรื่อง โดยเป็นการศึกษาแบบจำลองมลพิษทางเสียงด้านการจราจรถึง 12 เรื่อง และมีเพียง 1 เรื่องที่ศึกษาแบบจำลองมลพิษทางเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนการนำเสนอเนื้อหาขององค์ความรู้ด้านแบบจำลองทางเสียงในหนังสือและคู่มือมีเพียง 5 เล่ม ในจำนวนนี้เป็นนำเสนอผลการศึกษารูปแบบจำลองมลพิษทางเสียงด้านการจราจร 1 เล่ม อีก 4 เล่มเป็นการอธิบายหลักการโดยทั่วไปของแบบจำลองมลพิษทางเสียง ในส่วนของรายงานการวิจัยและรายงานการศึกษาเฉพาะเรื่องมีเพียง 2 เรื่องเท่านั้น และเป็นรายงานการศึกษาด้านการจราจรทั้งหมด เนื้อหาโดยสังเขปขององค์ความรู้แบบจำลองมลพิษทางเสียงมีดังนี้

1.4.1 หนังสือ

1. “การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง” (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2533) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงเป็นเอกสารที่นำเสนอเรื่องราวของการประเมินผลกระทบทางด้านเสียงต่อสิ่งแวดล้อม การรบกวนต่อมนุษย์ การตรวจวัดระดับเสียงในชุมชนและระดับเสียงในสถานประกอบการ พื้นที่ที่ไวต่อเสียงรบกวน มาตรฐานเสียงรบกวนในชุมชนและมาตรฐานเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยิน การลดผลกระทบจากเสียงรบกวน การประเมินผลกระทบระดับเสียงจากโครงการ

2. “การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (การทำนาย) ด้านเสียงและแนวทางในการลดผลกระทบ” (ประธาน อารีผล, 2534) ในหนังสือรายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง” โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ กล่าวถึงวิธีการศึกษาเรื่องเสียงรบกวน และมาตรการในการลดเสียงจากการจราจรเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพและสวัสดิภาพของประชาชน โดยมีเกณฑ์ในการลดเสียงรบกวน และนำเสนอหลักการในการออกแบบกันแพงกันเสียงเพื่อใช้ในการวางแผนลดผลกระทบด้านเสียงจากถนนทางด่วน หรือทางยกระดับ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (การทำนาย) ด้านเสียงสามารถทำได้โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งสนับสนุนให้มีการพัฒนาขึ้นใช้โดย Federal Highway Administration แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีข้อมูลพื้นฐานที่แบบจำลองต้องการเป็นข้อมูลนำเข้า ประกอบด้วย ปริมาณการจราจร (จำนวนรถที่ใช้งานบนทางเดินรถต่อชั่วโมง) ลักษณะของยานยนต์แต่ละประเภท ความเร็วของยานยนต์ ระยะทางจากทางเดินรถถึงผู้สังเกต

3. “Manuals of Selected Models” (Team Consulting Engineers CO., Ltd and S.M. Group International Inc., 2540) Manuals of Selected Models เป็นหนังสือที่รวบรวมวิธีใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้าน น้ำ อากาศและเสียง สำหรับโครงการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม สำหรับในส่วนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับประเมินผลกระทบด้านเสียง โดยจะอธิบายถึง ข้อมูลโดยทั่วไปในแต่ละแบบจำลอง คู่มือการใช้งาน ตลอดจนวิธีการติดตั้ง ซึ่งแบบจำลองที่นำเสนอได้แก่ แบบจำลอง PCLแบบจำลอง ISQDB และ LORP แบบจำลอง CONCAWE

4. “การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน” (ประธาน อารีผล, 2541) การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน เป็นหนังสือที่นำเสนอการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางเสียงประกอบด้วยเนื้อหาที่น่าสนใจ คือ ปัญหามลพิษทางเสียงในประเทศไทย ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางเสียงต่อสุขภาพ ทั้งในสิ่งแวดล้อมและในสถานประกอบการ การตรวจวัดเสียง เกณฑ์ของเสียง กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวกับการควบคุมมลพิษทางเสียงทั้งกฎหมายควบคุมระดับเสียงจากยานพาหนะ มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านเสียง แนวทางในการจัดการมลพิษทางเสียง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับการจัดการมลพิษทางเสียงทั้งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คาดการณ์ระดับเสียงจากการจราจรและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณเสียงที่ได้รับ ณ จุดรับเสียง

5. “การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ระดับเสียงจากการจราจร” (ผศ. สุเกษม, ธนาพันธ์ สุกสะอาด, อุทัย เสริมศรี, ชัยสิทธิ์ กิ่งสัททรกุล, Ichio AOI และ Kiyotsign SHIRAI, 2537) นำเสนอการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ระดับเสียงจากการจราจร เพื่อใช้คาดการณ์ระดับเสียง

จากการจราจรเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยทำการศึกษาระดับเสียงของรถยนต์แต่ละประเภทเพื่อ จำแนกประเภทของรถยนต์ ทำการตรวจวัดระดับเสียงจากรถยนต์ที่วิ่งบนถนนจำนวน 5,330 คัน เพื่อหาความสัมพันธ์ของระดับเสียงและปัจจัยอื่นๆ สำหรับใช้ในการสร้างสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และทำการ ทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองดังกล่าวกับถนน 2, 4, 6, 8 และ 10 เลน ในสถานที่ต่างๆ ซึ่งอยู่ใกล้กับ บริเวณถนน ประมาณ 432 จุด จากการศึกษาพบว่าค่าระดับเสียงที่ได้จากการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับระดับเสียงที่ได้จากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้คาดการณ์ ระดับเสียง ที่ระยะ 0 เมตร ถึง 100 เมตร จากบริเวณริมถนน ที่ระดับความสูง 1.2 เมตร

1.4.2 วิทยานิพนธ์

1. “การคาดคะเนเสียงรบกวนจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร” (โชติศักดิ์ วิเศษสุรนนท์, 2522) มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อ 1) กำหนดวิธีในการคาดคะเนเสียงรบกวนจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณา เฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับสภาพการจราจร ซึ่งประกอบด้วยปริมาณการจราจร ชนิดของยานพาหนะ ความเร็วของยาน พาหนะ และระยะห่างจากแนวกึ่งกลางของการจราจร 2) เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างกันมากน้อยขนาดใด และ 3) เพื่อใช้สำหรับการคาดคะเนคุณภาพสิ่งแวดล้อมใน ด้านมลภาวะของเสียงรบกวน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการจราจรและการขนส่งของกรุงเทพมหานคร จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสามารถกำหนดสมการการคาดคะเนเสียงรบกวนจากการจราจร ใน กรุงเทพมหานคร ที่ระดับความรบกวนต่าง ๆ คือ L90, L50 และ L10

2. “การศึกษารูปแบบการทำนายเสียงจากทางหลวง” (สามารถ มีคำนาน, 2530) ศึกษาเสียงจากทางหลวง บนถนนสองสายในกรุงเทพมหานคร คือ ถนนวิภาวดีรังสิต และถนนเพชรเกษม เก็บข้อมูลด้านการจราจร และข้อมูลเสียงจากทางหลวงเป็นระยะเวลาประมาณ 5 เดือน ติดต่อกัน ได้ข้อมูลจำนวน 208 ตัวอย่าง ข้อมูลเสียงจากทางหลวงเก็บที่ระยะห่างจากถนน 15 เมตร 30 เมตร และ 60 เมตร ตามลำดับ นำข้อมูลด้านการจราจรและข้อมูลเสียง มาคำนวณหาค่าระดับเสียงที่เกิดจากทางหลวงตามรูปแบบการทำนายเสียงจากทางหลวงจำนวนตามรูปแบบแล้ว เปรียบเทียบกันระหว่างระดับเสียงที่ได้จากการวัด และระดับเสียงที่ได้จากการคำนวณด้วยรูปแบบต่าง ๆ ผล ปรากฏว่า รูปแบบการทำนายระดับเสียงจากทางหลวงทั้งสามรูปแบบให้ผลการทำนายที่แตกต่างกัน เมื่อทำการ ทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าแบบรูปแบบที่ 1 ให้ผลการทำนายระดับเสียงที่ใกล้เคียงกับระดับเสียงที่เกิดจากการวัด มากที่สุด ส่วนรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ให้ผลการทำนายที่ยังห่างจากระดับเสียงจากการวัด แต่ภายหลังเมื่อทำ การปรับปรุงสูตรในการคำนวณเสียงใหม่แล้วคาดว่าจะให้ผลการทำนายที่เหมาะสมขึ้น

3. “ศึกษาความเป็นไปได้ของ FHWA เพื่อการคาดคะเนระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำ” (วัฒน์ ไชย ชนะ, 2531) ได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสหพันธ์การบริหารทางหลวงแห่งประเทศไทยมา เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เพื่อการคาดคะเนระดับเสียงจากเรือหางยาว โดยทำการวัดความเร็วกับระดับเสียง ของเรือหางยาวจำนวน 460 ลำ เพื่อหา “ สมการระดับพลังงานเสียงอ้างอิง ” จากนั้นเก็บข้อมูลค่าระดับพลังงาน เสียงอ้างอิง (Leq) จากสมการดังกล่าว จำนวนเรือ ความเร็วเฉลี่ย และความกว้างของคลอง จำนวน 61 ตัวอย่าง

เพื่อคำนวณหาค่าคงที่ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้โดยการเปรียบเทียบค่า L_{eq} ที่คำนวณได้ กับค่า L_{eq} ที่ตรวจวัดจริง จากการเปรียบเทียบพบว่าให้ผลการคาดคะเนระดับเสียงอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ (แตกต่างจากค่าจริง ± 2 เดซิเบลเอ) ถึงร้อยละ 61.2 และอีกร้อยละ 38.8 อยู่ในขอบเขตที่แตกต่างจากค่าจริง ± 5 เดซิเบลเอ ซึ่งให้ผลที่เป็นที่น่าพอใจ

4. “การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการขนส่งและการจราจร บนทางด่วนเฉลิมพระเกียรติ” (โสภณ ประภากรรุ่งทอง, วิรัช ถาวรพิชญไชย และอมรชัย ไตรวิลาศกุล, 2534) เป็นการศึกษาสภาพของเสียงอันเกิดจากการจราจรบนทางด่วนเฉลิมพระเกียรติขั้นที่ 1 ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านเสียงจากการจราจรบนทางด่วน รวมถึงสภาพลักษณะบนทางด่วน เช่น ความเร็วของรถ ปริมาณของรถ ตลอดจนสัดส่วนของรถในแต่ละประเภทบนทางด่วน จากนั้นใช้ข้อมูลเหล่านี้วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 1 ของกรุงเทพมหานคร โดยอาศัยแบบจำลอง Modified FHWA Model ซึ่งได้พัฒนาขึ้นใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรในลักษณะต่อเนื่องในสิงคโปร์มาทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงให้เป็นแบบจำลอง ที่สามารถใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรของทางด่วนขั้นที่ 1 ของกรุงเทพมหานครได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้มีการทดสอบทางสถิติต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำนายจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริงจากสนาม

5. “การศึกษาวิเคราะห์สภาพเสียงจากการจราจรตามแนวทางด่วนขั้นที่ 2”. (อรุณวิทย์ สุภสินธุ์, มงคล พรหมพลอย และภาณุ ภาศักดิ์, 2534) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับสภาพเสียงของการจราจรบนท้องถนนของกรุงเทพมหานครตามแนวทางด่วนขั้นที่ 2 ก่อนการเปิดให้บริการ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของเสียงจากการจราจรเหล่านี้ ก่อนที่จะมีทางด่วนตัดผ่าน ข้อมูลและลักษณะของเสียงจากการจราจรเหล่านี้ ใช้ในการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองในการทำนายเสียง โดยพัฒนาจากแบบจำลองที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งใช้สำหรับการทำนายเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายเสียงจากการจราจรที่เหมาะสมกับการจราจรในกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะในบริเวณตามแนวทางด่วนขั้นที่ 2 หรือการจราจรในแบบมีเงื่อนไขเดียวกัน นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านเสียงจากการจราจรเหล่านี้ จะใช้เป็นพื้นฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการประเมินและศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางด้านเสียงจากการจราจร หลังจากที่มีการเปิดใช้ทางด่วนขั้นที่ 2 แล้ว

6. “การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการจราจรและการขนส่ง บนถนนวิภาวดีรังสิต” (ชัยสิทธิ์ โกยสิทธิ์, วิชัย แสงบุญราชม ไซดี และอภิเชษฐ์ กายจนนาวิ, 2535) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาถึงสภาพของเสียงจากการจราจรบนถนนวิภาวดี-รังสิต รวมถึงสภาพลักษณะบนถนนวิภาวดีรังสิต เช่น ความเร็วของรถ ปริมาณรถ ตลอดจนสัดส่วนของรถแต่ละประเภทบนถนน ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะถูกใช้ในการวิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรบนถนนวิภาวดีรังสิต โดยใช้แบบจำลอง FHWA ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรในลักษณะต่อเนื่องในสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง Modified FHWA Model ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรในลักษณะ ต่อเนื่องใน

สิงคโปร์ มาทำการวิเคราะห์ปรับปรุงแบบจำลองเพื่อใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรบนถนนวิภาวดีรังสิต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ทำการปรับปรุง Reference Mean Energy Emission Level สำหรับรถแต่ละประเภทให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรบนถนนวิภาวดีรังสิต รวมทั้งทำการปรับปรุงแก้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่สมการรวมในขั้นสุดท้าย โดย Multiple regression จากนั้นได้มีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดย Paired t-test และการทดสอบโดยวิธีกราฟ เพื่อเปรียบเทียบผลการทำนายเสียงจากแบบจำลองและค่าทำนายได้จริงจากสนาม

7. “การวิเคราะห์ระดับเสียงของรถยนต์ประเภทต่างๆในประเทศไทย” (ทรงเดช เบญจกุลพิทักษ์ และ ประกาศิต นพฤทธิ, 2536) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาถึงการวิเคราะห์ระดับเสียงของรถยนต์ประเภทต่างๆ ในประเทศไทยรวมถึงสภาพลักษณะท้องถนนที่ทำการเก็บข้อมูล, ความเร็ว, ปริมาณรถโดยแยกประเภทรถยนต์แต่ละประเภทที่ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะถูกใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์รวมถึงการแสดงผลทางแผนภาพ สำหรับใช้ในการทำนายระดับเสียงของรถยนต์แต่ละประเภท ในการศึกษาอาศัยข้อมูลที่วัดได้จากในประเทศไทยโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐาน FHWA ของสหรัฐอเมริกาและได้พัฒนาความสัมพันธ์ขึ้นจากวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์สภาพเสียงจากการจราจรและการขนส่งบนถนนวิภาวดีรังสิต เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่สามารถทำนายระดับเสียงของรถยนต์แต่ละประเภทที่มีอยู่ในประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านเสียงจากรถยนต์ประเภทต่างๆ ยังใช้เป็นข้อมูลสำคัญ (Reference Mean Energy Emission Level) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทำนายเสียงที่เกิดจากการจราจรบนท้องถนน และใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับในการศึกษาถึงผลกระทบต่องานวิจัยทางด้านเสียงที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ประเภทต่างๆ นั้น

8. “การคาดคะเนระดับเสียงจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 2” (สิริรัตน์ สุวณิชจริญ, 2536) การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับพลังงานเสียงอ้างอิง โดยเฉลี่ยกับความเร็วของรถยนต์ โดยทำการตรวจวัดระดับพลังงานเสียงสูงสุดที่ระยะห่าง 15 เมตร ขณะที่รถวิ่งผ่านจุดวัดด้วยความเร็วคงที่ บริเวณถนนพหลโยธินสาย 2 ถนนพหลโยธินสาย 5 และถนนวงน้อย ผลการศึกษาได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับพลังงานเสียงอ้างอิงโดยเฉลี่ยกับความเร็วของรถยนต์ 4 ประเภท คือระดับพลังงานเสียงอ้างอิงโดยเฉลี่ยของรถยนต์ 4 ล้อ, รถบรรทุก 6 ล้อ, รถบรรทุก 10 ล้อ มีหน่วยเป็นเดซิเบลเอและรถบรรทุกที่มีมากกว่า 10 ล้อ ตามลำดับ หลังจากนั้นได้นำผลการศึกษาที่ได้ มาประยุกต์ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสหพันธ์การบริหารทางหลวงแห่งสหรัฐอเมริกา (FHWA) เพื่อคาดคะเนระดับเสียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 2 บริเวณแนวคลองประปา พบว่าในกรณีที่มีการกักกันเสียง ระดับเสียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการจราจรบนทางด่วนบริเวณจุดวัดเสียงเท่ากับ 65.84-73.03 เดซิเบลเอ ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าระดับเสียงปัจจุบันก่อนที่จะเปิดใช้ทางด่วนเล็กน้อย (ระดับเสียงปัจจุบันมีค่าอยู่ระหว่าง 73.6-77.3 เดซิเบลเอ) แต่เมื่อมีมาตรการในการป้องกันโดยใช้กำแพงกันเสียงแล้ว พบว่าระดับเสียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการจราจรบนทางด่วนมีค่าประมาณ 61.28-65.40 เดซิเบลเอ (ต่ำกว่าระดับเสียงปัจจุบันมากกว่า 10 เดซิเบลเอ)

9. “การทำนายระดับเสียงเนื่องจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร” (คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538) การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากต่างประเทศ คือ Federal Highway Administration) และ Kadhim S. Jraiw Model มาพิจารณาเพื่อนำมาใช้ในการทำนายระดับเสียงจากการจราจรใน

กรุงเทพมหานคร โดยการเก็บข้อมูลด้านการจราจรและระดับเสียงของถนนจำนวน 10 สาย จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองของ FHWA สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ด้วยความเร็วลมเฉลี่ยของการจราจร ตั้งแต่ 50 กม./ชม. ขึ้นไป โดยบวกเพิ่มค่าระดับเสียงที่คำนวณได้อีก 0.97 เดซิเบล โดยมีค่าความแตกต่าง ± 2 เดซิเบล และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation; r) 0.4438 สำหรับแบบจำลองของ Jraiw พบว่าที่ความเร็วต่ำกว่า 50 กม./ชม. จะมีค่าความแตกต่างของระดับเสียง ± 3 เดซิเบล จากค่าที่ตรวจวัดและที่ความเร็วมากกว่า 50 กม./ชม. จะมีค่าระดับเสียงต่ำกว่า 4-8 เดซิเบล (เฉลี่ย 5.67 เดซิเบล) จากค่าที่ตรวจวัดได้ ซึ่งได้นำค่าเฉลี่ยดังกล่าวไปวิเคราะห์ทางสถิติเป็นสมการใหม่สำหรับใช้ทำนายระดับเสียง ที่ความเร็วเฉลี่ยมากกว่า 50 กม./ชม. สำหรับกรุงเทพมหานคร โดยมีค่าความแตกต่าง ± 2 เดซิเบล และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation; r) 0.512 และเมื่อนำแบบจำลองใหม่มาวิเคราะห์ Sensitivity ของตัวแปรต่างๆ เช่น ความเร็ว ปริมาณการจราจร ความกว้างของถนน พบว่าในสภาพการจราจรในปัจจุบัน แม้มีมาตรการห้ามรถบรรทุกวิ่งหรือการเพิ่มความกว้างของถนนเป็น 2 เท่าก็ตาม ก็ไม่สามารถลดระดับเสียงได้มากกว่า 5 เดซิเบล ดังนั้นระดับเสียงที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองก็ยังคงสูงกว่า 74 เดซิเบล จึงอาจกล่าวได้ว่ามาตรการเหล่านี้ไม่สามารถลดระดับเสียงให้ต่ำกว่า 70 เดซิเบล (ซึ่งกำหนดโดย US.EPA) ได้ จึงต้องพิจารณาในด้าน Direct Protection เช่น การติดตั้งวัสดุกันเสียง (Barrier) การสวมใส่ปลั๊กอุดเสียง (Ear Plugs) หรือการครอบหูลดเสียง (Ear Muffs) การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้รวมถึงกรณีที่รบกวนและหุ้ดสลับกัน เช่น ขณะรถติดใกล้สี่แยก

10. “ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพิจารณาเสียงจากการจราจรในลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่องของกรุงเทพมหานคร” (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2539) การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาสภาพเสียงจากการจราจรของกรุงเทพมหานครบริเวณวงแหวนรอบในตามพื้นที่ด้านในของถนนวงแหวนรัชดาภิเษก ซึ่งการจราจรเป็นไปลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่อง (Interrupted Flow) ผลของการศึกษานี้ยังมีประโยชน์ในการประเมินผลทางมลภาวะสิ่งแวดล้อมและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการขึ้นมาทำนายค่าระดับเสียงจากการจราจรในอนาคตได้ การเก็บข้อมูลจะเก็บในลักษณะต่อเนื่องโดยการวัดค่าระดับเสียง (Leq) ในหน่วยเดซิเบล เอ (dB(A)) พร้อมกับเก็บข้อมูลทางด้านการจราจร ได้แก่ ปริมาณรถแต่ละประเภท ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรในลักษณะ Spot Speed ลักษณะเชิงเรขาคณิต ของถนน เช่น ความกว้างของถนนในแต่ละฝั่ง ขนาดเกาะกลางถนน และระยะทางจากจุดวัดเสียงไปยังด้านขอบหน้าของสิ่งปลูกสร้างทั้งสองฝั่งของถนน ในการศึกษาครั้งนี้การเก็บข้อมูลจะเป็นในลักษณะต่อเนื่องและพร้อมๆกัน ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อ 1 ตัวอย่าง โดยการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาถึงรถยนต์ที่มีการใช้ในประเทศไทยกันมาก ได้แก่ รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ และรถจักรยานยนต์ 3 ล้อ หรือรถตู้ก็รวมเข้ากับรถยนต์ประเภทอื่นในท้องถนน ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์และสร้างสมการที่มีความสัมพันธ์กับค่าระดับเสียงที่วัดได้โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS for windows) ส่วนในการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Multiple Regression ในแนวทางการวิเคราะห์แบบ Step-Wise Regression และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2 กรณี คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีรถออกตัว และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีรถชะลอตัว ซึ่งสามารถให้ค่า Coefficient of Multiple Determination ; R^2 ที่อยู่ในเกณฑ์สูงทางสถิติพร้อมทั้งให้ผลทางสถิติที่มีนัยสำคัญเมื่อทำการทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นในครั้งนี้โดยใช้วิธีทางสถิติ Paired t-Test และวิธี Dimensional Method เปรียบเทียบกับข้อมูลเสียงจากการจราจรที่ได้มาจากพื้นที่

11. “การทำนายระดับเสียงจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์” (กฤติกา เลิศสวัสดิ์, 2539) หลักการแพร่กระจายของเสียงภายนอกอาคารถูกนำมาใช้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายค่าระดับเสียงจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส เพื่ออธิบายความไม่แน่นอนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีการวัดระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level, SPL) ณ โรงไฟฟ้าระยอง ในช่วงฤดูแล้ง ตามมาตรฐาน ISO1996/1 และ Equals Angle Method คำนวณค่าระดับกำลังเสียง (Sound Power Level, PWL) ของแหล่งกำเนิดเสียงตามมาตรฐาน ISO3476 การตรวจวัดและการคำนวณเพื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ใช้วิธีการหาค่า PWL ของแหล่งกำเนิดเสียงหลัก จากการตรวจวัด SPL ภายนอกอาคาร แหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญที่ใช้ คือ อาคารแหล่งกำเนิดเสียงหลัก (Main Building) และหอหล่อเย็น (Cooling Tower) คำนวณ PWL ของแหล่งกำเนิดเสียงทั้งสองโดยวิธีการของ Colenbrander และวิธี Area Surface ตามลำดับ ผู้ทำการศึกษได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมภาษา Visual Basic เพื่อช่วยการทำนายในแบบจำลองนี้ โปรแกรมสามารถนำค่าเข้า SPL จากการตรวจวัด เพื่อคำนวณ PWL จากแหล่งกำเนิดเสียงอุตสาหกรรม หรือ ค่า PWL จากข้อมูลพื้นฐานของเครื่องจักร และข้อมูลของค่าแก้ไขของเส้นทางเดินเสียงต่างๆ เพื่อใช้คำนวณค่าระดับเสียง ณ จุดใดๆภายนอกอาคาร

12. “การศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่องบนถนนสายหลักชานเมืองกรุงเทพมหานคร” (ประกอบ วิจิตรจินดา, 2540) การวิจัยนี้เป็นการศึกษาระดับเสียงที่เกิดขึ้นบนทางหลวงชานเมืองนอกแนววงแหวนรอบนอก ซึ่งมีลักษณะการจราจรแบบต่อเนื่อง จำนวน 6 เส้นทาง คือ ปิ่นเกล้า-นครชัยศรี (พุทธมณฑล) , สุพรรณบุรี-บางบัวทอง, พหลโยธิน-สุวินทวงศ์, บางนา-ตราด และธนบุรี-ปากท่อ (พระรามที่ 2) พร้อมกับเก็บข้อมูลทางด้านจราจร เช่น ปริมาณรถแยกเป็นรถแต่ละประเภทความเร็วเฉลี่ยของการจราจร รูปแบบเชิงเรขาคณิต ของถนนแต่ละสาย เป็นต้น โดยเก็บข้อมูลพร้อม กัน ณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ (1 ชั่วโมง ต่อ 1 ตัวอย่าง) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยแบบจำลองของ FHWA Model ซึ่งเดิมเพื่อใช้ในการทำนายเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่องในประเทศสหรัฐอเมริกา มาปรับปรุงเช่นปรับปรุงระดับเสียงอ้างอิง (Reference Energy Mean Emission Level) สำหรับรถแต่ละประเภทที่มีลักษณะและสภาพแตกต่างจากสหรัฐอเมริกา ทำการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยวิธีทางสถิติ และโดยวิธีกราฟ เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำนายเสียงจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง

1.4.3 งานวิจัย/รายงานการศึกษา

1. “โครงการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบการจราจรที่มีผลต่อภาวะมลพิษทางอากาศและเสียง” (บริษัท เช่าอีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด, 2536) เป็นงานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ สภาพการจราจร เพื่อประเมินสถานการณ์มลพิษทางอากาศและเสียง เพื่อระบุปัญหาในระดับเสียงโดยทั่วไปในใจของกรุงเทพมหานคร และระดับเสียงบริเวณที่มีรูปแบบการจราจรต่างกัน ตามการศึกษาของทีมงานด้านระบบจราจร และเพื่อทำนายระดับเสียงในอนาคตของกรุงเทพมหานคร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจร

2. “ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเมื่อมีการสร้างทางสะพานลอยและก่อสร้างทางลาดขึ้นบริเวณสี่แยกบางเขน ในโครงการทางยกระดับดินแดง-ดอนเมือง” (วรารุช เสือคิ, 2537) เป็นการศึกษาเพื่อคาดคะเนระดับเสียงเมื่อมีการสร้างทางยกระดับบริเวณสี่แยกบางเขนเนื่องจากทางแยกต่างระดับรูปวงแหวนของโครงการทางยกระดับดินแดง – ดอนเมือง ประมาณว่าการปริมาณการจราจรส่วนที่เข้าเพื่อขึ้นทางยกระดับมีสูงถึงประมาณ 2,000 คัน/ชั่วโมง การคาดคะเนระดับเสียงใช้ Highway Noise Prediction Model ของ Federal Highway Administration (FHWA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาศึกษากรณี

2. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

พิจารณาจากรายงานวิจัยและบทความที่มาจากงานวิจัย รายงานการศึกษา สถานการณ์ ภาพรวมของแหล่งข้อมูลและแหล่งองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงพบว่า มีบทความวิจัยที่เป็นการวิจัยหรือการศึกษาแบบมีแบบแผนในภาษาไทยน้อยมาก มีบทความวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบจำลองเพียง 1 เรื่อง (, วรารุช เสือคิ, “ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเมื่อมีการสร้างทางสะพานลอยและก่อสร้างทางลาดขึ้นบริเวณสี่แยกบางเขน ในโครงการทางยกระดับดินแดง-ดอนเมือง”, 2537) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ไม่มีการนำเสนอองค์ความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงในวารสาร งานวิจัยหรือการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม

เมื่อพิจารณาเฉพาะหนังสือที่มีการระบุอย่างชัดเจนว่าเป็นเรื่องความรู้ด้านแบบจำลองมลพิษทางเสียงพบว่าไม่มีการพัฒนาเลย ในช่วงปี 2504 – 2534 ไม่มีหนังสือแบบจำลองด้านมลพิษทางเสียงที่เผยแพร่สู่สาธารณะที่พิมพ์เป็นภาษาไทย (อาจปรากฏในเอกสารประกอบการสอนในสถาบันการศึกษาโดยจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นตำราเรียนในระดับปริญญาตรี อยู่บ้าง)โดยทั่วไปองค์ความรู้ในส่วนนี้ไม่ปรากฏการพัฒนาขึ้นในประเทศไทย ข้อมูลทั้งหมดได้มาจาก ตำราที่ใช้ในต่างประเทศ

เมื่อพิจารณาวิทยานิพนธ์ เกือบทั้งหมดเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการจราจร โดยองค์ความรู้เบื้องต้นทางด้านนี้เกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มลพิษทางเสียงจากการคมนาคมซึ่งพัฒนาโดย Federal Highway Administration (FHWA) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Samart Meeturum, “A Study of Highway Noise Prediction Models”, 2530: ชัยศรี ธราสวัสดิ์พิพัฒน์, “การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพิจารณาเสียงจากการจราจรในลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่องของกรุงเทพมหานคร”, 2539: ชัยสิทธิ์ ไกยสิทธิ์, วิชัย แสงบุษราคัมโชติ และอภิเชษฐ์ ภายจนนาวิ, “ การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการจราจรและการขนส่ง บนถนนวิภาวดีรังสิต”, 2535: ประกอบ วิจิจินดา, “การศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่องบนถนนสายหลักขานเมืองกรุงเทพมหานคร”, 2540: วัฒนีย์ ไชยชนะ, “ศึกษาความเป็นไปได้ของ FHWA เพื่อการคาดคะเนระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำ”, 2531: สามารถ มีคำนา, “การศึกษารูปแบบการทำนายเสียงจากทางหลวง” ,2530: สิริรัตน์ สุวณิษฐ์เจริญ, “การคาดคะเนระดับเสียงจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 2”, 2536: ไสภณ ประภากรุ่งทอง, วิรัช ถาวรพิชญไชย และ อมรชัย ไตรวิลาศกุล “การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการขนส่งและการจราจร บนทางด่วนเฉลิมพระเกียรติ”, 2534: อรรถวิท ศุกสินธุ์, มงคล พรหมพลอย และภาณุ ภาคักคิ, “การศึกษาวิเคราะห์สภาพ

เสี่ยงจากการจราจรตามแนวทางด่วนชั้นที่ 2", 2534:) โดยวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมีหลักการคือ พยายามปรับปรุงแบบจำลองต้นแบบดังกล่าวมาใช้ในประเทศไทยโดยอาศัยผลการสำรวจจริงของข้อมูลในประเทศไทยแล้วนำไปปรับเปลี่ยนแทนข้อมูลพื้นฐานที่เป็นของสหรัฐอเมริกาเพื่อให้แบบจำลองสะท้อนสภาพประเทศไทยได้ดีขึ้น

มีวิทยานิพนธ์ที่พบเพียง 1 เล่มที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองมลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม (กฤติกา เลิศสวัสดิ์ "การทำนายระดับเสียงจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์", 2539). โดยการพัฒนาแบบจำลองสำหรับทำนายระดับเสียงจากหน่วยผลิตย่อยภายในโรงงาน

ไม่มีการพัฒนาแบบจำลองมลพิษทางเสียงจากแหล่งกำเนิดสำคัญอื่นๆ เช่น สนามบิน ศูนย์การค้า แบบจำลองเสียงภายในอาคาร แบบจำลองเสียงที่แสดงถึงคุณภาพเสียงรบกวนในอาคาร แบบจำลองการแสดงผลการสำรวจเสียงในงานการสำรวจต่างๆ

3. การวิเคราะห์ทิศทางการศึกษาวิจัยในอนาคต

3.1 งานวิจัย

เมื่อพิจารณางานวิจัยด้านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และที่พบในงานการศึกษาตามหัวข้อ พบว่าทิศทางการวิจัยก็น่าจะให้ความสำคัญกับการปรับปรุงแบบจำลองที่ปรากฏใช้อยู่ในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองที่เกี่ยวกับเสียงจากการจราจร โดยใช้หลักการเดิมคือ พยายามปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น โดยใช้ข้อมูลสำรวจจริงในประเทศไทยแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเข้าไปปรับแก้การคำนวณพื้นฐานของแบบจำลองเดิมที่มาจากต่างประเทศเท่าที่แบบจำลองดังกล่าวจะเปิดโอกาสให้กระทำได้ งานวิจัยทางด้านนี้ก็ยังมีช่องทางที่เป็นไปได้เนื่องจากในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงแบบจำลองสามารถกระทำได้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด เพราะในระบบข้อมูลสื่อสารในปัจจุบันทำให้สามารถเข้าใจองค์ประกอบของแบบจำลองได้ทุกส่วน เช่น แบบจำลองในกลุ่ม Modified FHWA Model ซึ่งงานวิจัยในประเทศไทยได้นำมาใช้อย่างแพร่หลาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเสียงจากอุตสาหกรรมและภายในสถานประกอบการน่าจะมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากมีงานวิทยานิพนธ์ 1 เล่ม เป็นต้นแบบและในงานการสำรวจและประเมินผลกระทบในปัจจุบันบ่อยครั้งที่จะต้องใช้แบบจำลองในส่วนนี้ และวิทยานิพนธ์ดังกล่าวนี้ได้ลำดับวิธีการศึกษาไว้อย่างเป็นระบบทำให้การศึกษาในประเด็นอื่นๆ โดยใช้วิธีการศึกษาในทำนองเดียวกันเป็นไปได้ง่ายขึ้น

สำหรับงานวิจัยแบบจำลองด้านมลพิษทางเสียงจากสนามบินในลักษณะการปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองที่ใช้อยู่ในต่างประเทศโดยการใช้ข้อมูลสำรวจในประเทศนั้น เมื่อพิจารณาจากเอกสารที่พบและทิศทางการศึกษาวิจัยที่ปรากฏ คาดว่าการศึกษาด้านนี้จะไม่มีการพัฒนาขึ้นในระยะเวลาอันใกล้ สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือเนื่องจากข้อมูลแหล่งกำเนิดไม่มีความแตกต่างกัน (เช่น ชนิดของเครื่องบิน) แต่สำหรับการพัฒนาแบบจำลองหลักนั้นคาดว่าจะไม่มีการศึกษาและพัฒนา ทั้งนี้เนื่องจากนักวิชาการในประเทศไทยมักจะนำเอาแบบจำลองที่พัฒนาแล้วมาใช้ (เช่น ในกรณีแบบจำลอง FHWA) ในลักษณะของ "ผู้ใช้" ไม่ใช่ลักษณะของ "ผู้พัฒนา"

3.2. บทความ

เนื่องจากในปัจจุบันไม่พบบทความที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบจำลองมลพิษทางเสียงดังนั้นทิศทางของการเพิ่มขึ้นของบทความทางด้านนี้น่าจะมีอยู่น้อย อาจเนื่องมาจากการเขียนบทความทางด้านนี้จะต้องเกี่ยวข้องกับเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างซับซ้อนและเข้าใจยาก ไม่สามารถจะเขียนในลักษณะของบทความทั่วไปเพื่อเผยแพร่ให้กับสาธารณะชนได้

3.3. วิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์น่าจะมีทิศทางสอดคล้องกับงานวิจัยคือ วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับผลการสำรวจพื้นฐานทางด้านมลพิษทางเสียงโดยจุดประสงค์เพื่อจะนำไปเปรียบเทียบและปรับปรุงแบบจำลองมลพิษทางเสียงก็จะคงมีอยู่ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสี่ยงจากการจราจร แต่อย่างไรก็ตามวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงแบบจำลองเสียงในส่วนของเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม และแบบจำลองเพื่อเสนอผลการสำรวจเสียงน่าจะมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันยังขาดองค์ความรู้ในส่วนนี้อย่างมากและเร่งด่วน

3.4. หนังสือและคู่มือ

หนังสือที่เป็นพื้นฐานทางด้านมลพิษทางเสียงเบื้องต้นยังไม่มี และคาดว่าจะยังเป็นช่องว่างอีกนานเนื่องจากเมื่อพิจารณาถึง ทั้ง เนื้อหาในหนังสือ หรือแม้กระทั่ง บทความทางวิชาการ ในวารสารและนิตยสารไม่ได้แสดงถึงทิศทางที่จะมีการพัฒนาในส่วนนี้ในระยะเวลาอันใกล้ หนังสือที่เป็นพื้นฐานเฉพาะเรื่อง ในภาษาไทย ในเรื่องแบบจำลองมลพิษทางเสียง ยังไม่ปรากฏเผยแพร่ต่อสาธารณะ แนวโน้มของการพัฒนาด้านนี้ยังจะมีอีกมาก

สำหรับคู่มือนั้นมีแนวโน้มที่น่าสนใจเนื่องจากมีการพัฒนาในแง่คุณภาพขององค์ความรู้ส่วนนี้มาก แม้จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ หนังสือคู่มือที่มีการศึกษา และเขียนขึ้นเพื่อเฉพาะวัตถุประสงค์เฉพาะ ปัจจุบันพบเพียง 2 เล่ม มีองค์ประกอบในเอกสารในส่วนขององค์ความรู้ในส่วนนี้ค่อนข้างครบถ้วน เล่มแรกเป็นหนังสือที่สรุปความรู้พื้นฐานเรื่องเสียงซึ่งคาดว่าเป็นเล่มแรกที่มีการพิมพ์เผยแพร่ (วันชัย โพธิ์พิจิตร, ประธาน อารีพล, สุนันทา พลปัดพี, สุจิตรา ประธานสุข, สดับ ชีระบุตร, เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์, วินิตร์ มนต์เทวัญ และ นพภาพร บุรพกุลศลศรี. มลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร, 2524) เล่มที่สองมีเนื้อหาเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบในเรื่องเสียงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ประธาน อารีพล การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (การทำนาย) ด้านเสียงและแนวทางในการลดผลกระทบ, ใน รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง” โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ, 2534) ดังนั้นองค์ความรู้ส่วนนี้น่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

บรรณานุกรมหนังสือ

- Team Consulting Engineers CO., Ltd and S.M. Group International Inc., CANADA. (2540). Manuals of Selected Models. กรุงเทพมหานคร: Team Consulting Engineers CO.
- กรมอาชีวศึกษา, กรมควบคุมมลพิษ และมูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก. (2540). คู่มือการอบรมช่างเทคนิคประจำผู้ปรับแต่งและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์เพื่อลดสารมลพิษ. กรุงเทพมหานคร.
- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2522). รายงานการสัมมนา มลภาวะเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- คณะกรรมการ โครงการวิชาชีพความปลอดภัยและอนามัย. (2539). เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง การควบคุมเสียงรบกวนในขบวนการอุตสาหกรรม (9 กรกฎาคม 2529). กรุงเทพมหานคร.
- คณะกรรมการเฉพาะกิจเพื่อการพิจารณากำหนดนโยบายและแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศ และเสียงในประเทศไทย. (2533). นโยบายและมาตรการเร่งด่วนเพื่อการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศ และเสียงในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : คณะกรรมการเฉพาะกิจเพื่อการพิจารณากำหนดนโยบายและแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศ และเสียงในประเทศไทย
- คำภีญ สุทธิพิทักษ์ และคณะ. (2533). ปัญหาอากาศเสียและเสียงรบกวน. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : คณะกรรมการจัดการสัมมนาสิ่งแวดล้อม '33. 107-111.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2529). แนวทางแก้ไขปัญหามลพิษจากยานพาหนะ. กรุงเทพมหานคร : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- บริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2541). โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร.
- บริษัท แอร์แอนด์เวสต์ เทคโนโลยี จำกัด. (2539). แผนปฏิบัติการจัดการมลพิษทางอากาศและเสียง จากยานพาหนะในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.
- ประธาน อารีพล. (2534). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (การทำนาย) ด้านเสียงและแนวทางในการลดผลกระทบ. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง ” โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (7-1)-(7-7)
- ประธาน อารีพล. (2541). การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน. กรุงเทพมหานคร.
- ปรางค์ ขวดีตฤกษ์ และคณะ. (2536). เสียงและการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวรของพนักงานท่อผ้าในประเทศ ไทย. ความขัดแย้งและทางออกของการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- ผกา สุขเกษม และคณะ. (2537). การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ระดับเสียงจากการจราจร. บทบาทของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมต่อการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.

- พรชัย ธรรมธรรม. (2534). สถานการณ์ด้านอากาศและเสียงบริเวณริมเส้นทางจราจรในเขตกรุงเทพมหานครและเมืองหลวง. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง “การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง ” โครงการถนนและทางด่วน/ทางยกระดับ. กรุงเทพมหานคร.
- วราวุธ เสือดี. (2537). เอกสารประกอบการสอน(วส.421) เรื่อง “มลภาวะทางเสียง (Noise Pollution)”. กรุงเทพมหานคร.
- วันชัย โพธิ์พิจิตร, ประธาน อารีพล, สุนันทา พลปัดพี, สุจิตรา ประสานสุข, สดับ ชีระบุตร, เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์, วินัทร มนต์เทเวทย์ และ นพภาพร นุรพุกุลศรี. (2524). มลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสารมวลชน.
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ ชัยยง เตโชพาร. (2537). เทคนิคการควบคุมและลดเสียงดัง. กรุงเทพมหานคร : หจก. สำนักพิมพ์สีกัสเซ็นเตอร์.
- วิฑูร อัดนโค. (2533). ปัญหาพิษภัยจากเสียงและคว้น. คุณภาพชีวิตของคนเมืองหลวง, การประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 1 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล. 289-292.
- สมพล กฤตลักษณ์. (2533). อากาศ น้ำ เสียง อาหาร และแรงงาน. คุณภาพชีวิตของคนเมืองหลวง, การประชุมทางวิชาการประจำปี ครั้งที่ 1 ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดลและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล. 281-287
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. (2534). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- อุดมลักษณ์ ศรีทัศน์, สมพงษ์ เดชะมินา, และสมศิริ ใจเปี่ยม. (2533). มลพิษทางเสียง. คู่มือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเล่ม 4. การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 36-153.

บรรณานุกรมงานวิจัย/รายงานการศึกษา

- Chaikitipom, Chalermchai et al. (2533). A Preliminary Survey of Noise Pollution. กรุงเทพมหานคร: Mahidol University.
- Kulertpomcharoon, Wanpen. (2523). The Study of Noise Induced Hearing Loss in The Oil Refinery Workers. กรุงเทพมหานคร: Mahidol University.
- Polpathapee, Sunanta and Somsri Chiwapong. (2525). Hearing and Otological Hygiene of The Traffic Policemen in Bangkok. กรุงเทพมหานคร: Mahidol University.
- กรมควบคุมมลพิษ (2536). โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนารถตามล้อเครื่องที่ใช้พลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร.

- กรมควบคุมมลพิษ (2536). โครงการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบจัดการยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร.
- กรมอนามัย, กองอาชีวอนามัย. (2530). โครงการเฝ้าติดตามสิ่งแวดล้อมและด้านสุขภาพของแรงงานในโรงงาน เสี่ยงดัง ประเภทผลิตน้ำตาล, ตะปูและสกรู ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ. ปีงบประมาณ 2530. กรุงเทพมหานคร : กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย.
- โครงการศึกษาสำรวจคุณภาพอากาศและระดับเสียง. การศึกษาปัญหาเสียงรบกวนในกทม. พ.ศ. 2529. กรุงเทพมหานคร.
- คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2526). โครงการวิจัย เรื่อง “ระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำ”. กรุงเทพมหานคร: งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2529).
- งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2530). การศึกษาปัญหาเสียงรบกวนในกทม. พ.ศ. 2530. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ธีระชัย ปุณณโชติ และวิญญา จีรวุฒารณ. (2524). มลภาวะของเสียงกับการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร
- นิรันดร์ วิทิตอนันต์ และปริยารัตน์ นาคสุวรรณ. (2537). การศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางด้านเสียงจากการจราจรในเขตอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี.ชลบุรี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บ.เอสทีเอส เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2541). โครงการพัฒนาและสาธิตระบบลดระดับเสียงของเรือหางยาว. กรุงเทพมหานคร.
- บริษัท เช่าอสังหาริมทรัพย์เทคโนโลยี จำกัด. (2536). โครงการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบการจราจรที่มีผลต่อ ภาวะมลพิษทางอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- ไพบุลย์ แจ่มพงษ์. อันตรายจากเสียงรบกวนสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. : ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ กองส่งเสริมการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 230-232.
- วรารุณ เสือดี. ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเมื่อมีการสัปดาห์ทางสะพานลอยและก่อสร้างทางลาดขึ้นบริเวณสี่แยกบางเขน ในโครงการทางยกระดับดินแดง-ดอนเมือง. กรุงเทพมหานคร. 554 – 602.
- วันชัย โพธิ์พิจิตร. (2535). การวิเคราะห์ปริมาณเสียงซึ่งคนกรุงเทพได้รับในรอบ 24 ชม. กรุงเทพมหานคร
- สมพงษ์ สิทธิโชคสกุลชัย และเยาวลักษณ์ วงศ์บุตรดี. (2541). การประเมินสภาวะมลพิษทางอากาศและเสียงจากท่อไอเสียรถยนต์ของหน่วยงานราชการเขต 8. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 “สวสท 41”. กรุงเทพมหานคร. 278-288.
- แสงตันต์ พานิช และคณะ. (2540). การประเมินผลการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง (รายงานฉบับผู้บริหาร). กรุงเทพมหานคร: สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรมวิทยานิพนธ์

- Chanasit, Suthep. (2531). Knowledge and Opinion of the Commissioned Officers of the Police Metropolitan Bureau on Environmental Legislation Concerning on Noise and Air Pollution. Master' s Thesis Arts Mahidol University. Thailand.
- Dharmgrongartama, Chaichart. (2529). Hearing Loss of Workers in the Smith Shop. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ganesh Rasagam. (2530). Estimation of the Social Cost of Noise and Air Pollution Caused by Road Traffic in Bangkok. Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Inswang, Akawanee. (2533). Knowledge and Awareness of Motorboat Drivers toward Noise Pollution of Motorboat. Master's Thesis of Arts Mahidol University. Thailand.
- Jeamponk, Paiboon. (2527). Knowledge, Attitude and Behavior of The Drivers and Pedestrians Towards Noise Hazard of Motorcycle in Phra - Na - Korn - Sri Ayuthya Province. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Karwarz Hossein. (2522). Aircraft and Airport Noise at Bangkok International Airport (Don Muang) in Thailand. Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Lertaveesinth, Chintana. (2528). Knowledge, Awareness and Personal Practices of Police Officers Towards Air and Noise Pollution Problems in Bangkok. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Loygulnant, Vena. (2533). Knowledge and Awareness of Motorcyclists in Bangkok Metropolis toward Noise Pollution. Master's Thesis of Arts Mahidol University. Thailand.
- Meetumnearn, Samart. (2530). A Study of Highway Noise Prediction Models. Master's Thesis of Science. Mahidol University. Thailand.
- Pinijvechakarn, Saijai. (2524). Effect of Noise to Workers in Textile Factory. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Seckand rajeev. (2519). A Survey of Air, Water and Noise Quality Standards and Legislation on Asia. Master' s Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Shami, Jawed Iqbal. (2523). Industrial Noise Pollution Assessment and Control at Siam Kraft Paper Company (Bangpong) in Thailand. Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Somsri Pongsomboon. (2525). An Investigation of Occupational Noise and Hearing Effect on Workers in Don Muang Raf Plant. Thesis of Engineering. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.
- Thangtongtawt, Saman. (2517). Bangkok Noise Pollution Survey. Master's Thesis of Engineering, Asian Institute of Technology. Thailand.

- Vingvatmaethi, Somchai. (2538). Knowledge and Opinion of the Traffic Police Officers on Environmental Legislation Concerning of Noise Pollution. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Worainthara, San. (2520). Noise Pollution and Teachers' Mental Health. Master's Thesis of Education, Chulalongkorn University.
- กฤติกา เลิศสวัสดิ์. (2539). การทำนายระดับเสียงจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กล้า มณีโชติ. (2541). การศึกษาระดับเสียงและระดับการได้ยินของพนักงานขับรถดีเซลไฟฟ้า ของการรถไฟแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- กิตติชัย ดวงมัลย์. (2541). ประสิทธิภาพความสูงแนวขอบทางด่วนต่อการควบคุมการแผ่กระจายของเสียงตามแนวตั้งของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์. (2539). การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพิจารณาเสียงจากการจราจรในลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่องของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชัยสิทธิ์ ไกยสิทธิ์, วิชัย แสงบุษราคัมโชติ และอภิเชษฐ์ กายจนนาวิ. (2535). การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการจราจรและการขนส่ง บนถนนวิภาวดี-รังสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชายชาติ ธรรมครองอาคม. (2529). การสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานเหล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิมศักดิ์ เพ็ชรสุวรรณ. (2538). การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสม สำหรับการตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรทางน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทรงเดช เบญจกุลพิทักษ์ และประกาศิต นพฤทธิ. (2536). การวิเคราะห์ระดับเสียงของรถยนต์ประเภทต่างๆ ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ทองอินทร์ ศรีสำโรง. (2524). มลภาวะเสียงรบกวนจากเครื่องบินบริเวณสนามบินท่าอากาศยานกรุงเทพ (Impact on Aircraft Noise Around Bangkok International Airport). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประกอบ วิจิจินดา. (2540). การศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเสียงจากการจราจรแบบต่อเนื่องบนถนนสายหลัก ในเมืองกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- ไพฑูย์ แจ่มพงษ์. (2526). ความรู้ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ขับขีของประชาชนต่ออันตรายจากเสียงของรถตามท้องเรื่อง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ภาณี พูลทวี. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเสียงที่ได้รับและความดันโลหิตในกลุ่มคนงานที่สัมผัสเสียงดัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- รังสิชัย บรรณกิจวิจารณ์. (2533). การวิเคราะห์กฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมเสียงจากโรงงานที่มีผลกระทบต่อชุมชน. Master's Thesis of Laws, Chulalongkorn University.
- วรินทร์ภา สัตยะพษ์พันธ์. (2530). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการลดเสียงของปลั๊กลดเสียง โดยใช้วัสดุที่หาง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- วัฒน์ ไชยชนะ. (2531). ศึกษาความเป็นไปได้ของ FHWA เพื่อการคาดคะเนระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิโรจน์ เขาวจิรพันธุ์. (2537). การศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติก โดยใช้วัสดุป้องกันเสียงที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิไลลักษณ์ วงศ์สุข. (2536). การสูญเสียการเชื่อมการได้ยินเนื่องจากเสียงในกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีวสถิติ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย. (2541). การศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้ เมื่อใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- สามารถ มีคานา. (2530). การศึกษารูปแบบการทำนายเสียงจากทางหลวง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สิริรัตน์ สุวณิชเจริญ. (2536). การคาดคะเนระดับเสียงจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- โสภณ ประกายรุ่งทอง, วิรัช ถาวรพิชญไชย และอมรชัย ไตรวิลาสกุล. (2534). การศึกษาวิเคราะห์สภาพของเสียงจากการขนส่งและการจราจร บนทางด่วนเฉลิมพระเกียรติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อดิศักดิ์ นัยนาภรณ์. (2524). วัสดุที่ใช้ทำสิ่งกีดขวางสำหรับทางด่วนพิเศษ (Materials Used as a Sound Barrier for Expressway). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อนุชา เพียรชนะ. (2538). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงและสั่นสะเทือนจากโครงการรถไฟฟ้า บีทีเอส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรรถวิท ศุกสินธุ์, มงคล พรหมพลอย และภาณุ ภาศักดิ์. (2534). การศึกษาวิเคราะห์สภาพเสียงจากการจราจรตามแนวทางความถี่ที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บรรณานุกรมรายงานสถานการณ์

- Bjorn Wahlstedt. (2541). An Internet Based Air Quality and Noise Information System for Thailand. Air and Noise Pollution Control; Volume 3. กรุงเทพมหานคร. 310-327.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2538). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ.2536-2537. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2539). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2541). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2539-2540. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อีซี จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี พ.ศ. 2541. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อีซี จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2536). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2536. กรุงเทพมหานคร. 32-47.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2537). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด. 2-39.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2538). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535-2536. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด. 92-101.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2538. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด. 17-21.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2541). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2539 : บันทึกสืบน้ำดล. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อีซี จำกัด. (3-1)-(3-5).
- กรมควบคุมมลพิษ. (2542). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2540 : บันทึกสืบน้ำดล. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อีซี จำกัด. (3-1)-(3-6).
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2541. กรุงเทพมหานคร. (4-1)-(4-7).
- กรมจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2533). รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย ปี พ.ศ.2533. กรุงเทพมหานคร.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ . (2534). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมปีพ.ศ. 2523. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2531). รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย พ.ศ. 2530. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา. 25-31.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2535). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมประเทศไทย พ.ศ. 2530-2534. กรุงเทพมหานคร. 25-31.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2536). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2535. กรุงเทพมหานคร.

นฤมล อภินิเวศ และคณะ. (2539). สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2539. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). 59-77.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2537). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อินทิเกรเต็ด โปรโมชัน เทคโนโลยี จำกัด. 121-131.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2542). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วิบูลย์การปก. 215-219.

อุดมลักษณ์ ศรีทัศน์ และศิริพร เหลืองนฤทัย. (2538). รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียง ปี 2538. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บรรณานุกรมวารสาร

Chavalitsakulchai, P. et al. (2522). Noise Exposure and Permanent Hearing Loss of Textile Workers in Thailand. Industrial Health, 27(4). 165-173.

French Technology Press Office. (2540). ค่าพังกันเสียงสำหรับถนนและทางรถไฟ. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 7(4). 52-54.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2520). เสียงรบกวนจากโรงงาน. วารสารข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ, (83). 8-13.

กองบรรณธิการ. (2539). การควบคุมการทิ้ง ของเครื่องจักรเพื่อลดการ ะง กเสียงรบกวน. อุตสาหกรรมสาร, 5 (28). 58-62.

จิตดิน แดงเที่ยง. (2539). การติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงรบกวนในโรงงาน. วารสารเทคนิคเครื่องกล-ไฟฟ้า-อุตสาหกรรม, 12. 138-138.

เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ์ และคณะ. (2524). ปัญหาของมลภาวะเสียงในชุมชน. วารสารสาธารณสุขศาสตร์, 11(2). 125-148.

ณรัตน์ สัตว์วานนท์. (2521). อันตรายจากเสียงในโรงงานอุตสาหกรรมและมาตรการป้องกัน. วารสารกนอ, 3(2). 13-21.

ทานตะวัน (นามปากกา). (2536). มุมมองดิสโก้เทค : ดิสโก้เทคสนุกจริงหรือ. วารสารจุลสารสภาวะแวดล้อม, 12 (3). 28-33.

- ทิพย์วรรณ แซ่ม้า. (2532). มลภาวะทางเสียงในชุมชนมหานคร. จุลสารสภาวะแวดล้อม, 8(2), 24-30.
- นงพงา สุขวนิช. (2526). คนกรุงกับเสียงเป็นพิษ. วารสารความรู้คือประทีป, 25(5), 21-24.
- บุษมา พงศ์ธราธิกุล และวิชัย พงศ์ธราธิกุล. (2535). การศึกษาระดับเสียงและการสูญเสียการได้ยินของคนงานในโรงงานน้ำอัดลมและโรงงานน้ำตาล. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 2(1), 37-41.
- ประธาน อริพล. (2539). เสียงจากรถไฟความเร็วสูง. วารสาร สิ่งแวดล้อม, (4), 31-35.
- ประธาน อริพล. มลพิษทางเสียง. วิศวกรรมสาร ฉบับเทคโนโลยี, 84-85.
- วรารุณ เชื้อคี. (2525). สภาพและสาเหตุของมลพิษเสียงในย่านต่าง ๆ ของกรุงเทพฯ กับระบบจราจร. วารสารสิ่งแวดล้อม, 8(3), 24-28.
- วันชัย โพธิ์จิตร. (2534). การวิเคราะห์ปริมาณเสียง ซึ่งคนกรุงเทพมหานครได้รับในรอบ 24 ชั่วโมง. วารสารประชากรศาสตร์, 7(1), 5-9.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2538). ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเสียงดังรบกวนจากโครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสากลกรุงเทพแห่งที่ 2 หนองงูเห่า. ว.ส.ท. เทคโนโลยี, 48(5), 54-57.
- สากล ฐินากุล. (2531). การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงจากยานพาหนะ. นิตยสารการท่าเรือ, 35(366), 4-7.
- สำนักงานข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส. (2542). การลดเสียงรบกวนเชิงอากาศพลศาสตร์จากรถไฟ. วารสารโยธาสาร, 11(2), 38-40.
- สำนักงานข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส. (2542). เทคนิคการก่อสร้างถนนที่ช่วยลดมลภาวะทางเสียง. วารสารโยธาสาร, 11(3), 47-48.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2529). เสียง....ภัยที่คนไทยละเลย. วารสารสารคดี, 2(22), 124-125.
- สุนันทา พลปัดพิ. (2523). ปัญหาของมลภาวะเสียงในชุมชน. วารสารฉลาดบริโภค, 5(1), 77-79.
- อะตอมมิก (นามปากกา). (2538). การลดมลภาวะทางเสียง. ข่าวสาร กฟผ., 25(8), 42.
- เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์. (2541). การศึกษาระดับเสียงในสภาวะแวดล้อม ในพื้นที่สถาบันการศึกษา : ศึกษากรณีมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 21(2), 24-28.

การจัดการมลพิษทางเสียง

การจัดการมลพิษทางเสียง (การจัดการโดยองค์กรร่วม)

ผศ.นิลพัช ฟูณณกันต์
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

ประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ตลอดจนสภาพแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ จากอดีตจนถึงปัจจุบันเป็นลำดับ โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนจากการเปรียบเทียบความแตกต่างที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนมีการใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ผ่านเข้าสู่ช่วงเวลาของการใช้แผนพัฒนาฯ ซึ่งเริ่มจากฉบับที่ 1 ในปี พ.ศ.2504 จนกระทั่งปัจจุบัน (พ.ศ.2544) ซึ่งอยู่ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ยุทธศาสตร์การพัฒนาในแต่ละช่วงเวลาได้ถูกกำหนดหรือวางแนวทางไว้อย่างชัดเจนส่งผลให้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในการดำรงชีวิต และขบวนการผลิตต่าง ๆ อย่างมากมาย การเติบโตของชุมชนและกิจกรรมต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว เกิดการขยายจากส่วนกลางสู่ส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนโดยรวม ทั้งนี้ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่เกิดขึ้น ได้แก่ ความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ออกมาในรูปภาวะของมลพิษ ด้านต่าง ๆ อันรวมถึงมลพิษทางเสียง โดยจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งชนิดและปริมาณของแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่สำคัญต่าง ๆ อาทิ แหล่งเสียงจากการก่อสร้างเสียงจากการจราจร ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ เสียงจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชน แหล่งเสียงจากสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรมชนิดต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เหมืองแร่ เป็นต้น ปัญหาด้านมลพิษทางเสียงเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว กว้างขวาง ทั้งการเกิดเหตุเคอร์ชันรำคาญ การเสื่อมของสภาพร่างกาย ซึ่งอาจนำไปสู่การสูญเสียการได้ยิน ผลกระทบต่อสภาพจิตใจ การบั่นทอนประสิทธิภาพการทำงาน และอาจนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุที่รุนแรงได้ ทั้งนี้กลุ่มผู้ได้รับผลกระทบดังกล่าวจะครอบคลุมถึงกลุ่มประชาชนโดยทั่วไปและกลุ่มของผู้ประกอบอาชีพที่มีโอกาสได้รับหรือสัมผัสต่อมลพิษทางเสียงที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลให้องค์ความรู้ต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ในขบวนการจัดการมลพิษทางเสียงอย่างต่อเนื่อง แหล่งที่มาขององค์ความรู้ดังกล่าวเหล่านี้มีทั้งที่ได้จากการพัฒนาขึ้นเองภายในประเทศและการนำหรือลอกเลียนองค์ความรู้จากต่างประเทศมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ ทั้งนี้หากพิจารณาถึงสถานะปัจจุบันซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีการใช้สภาพแวดล้อมเป็นข้อกำหนดหรือเงื่อนไขทางการค้าและการแข่งขันระหว่างประเทศยิ่งทำให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภาวะมลพิษได้ขยายขอบเขตออกไปอย่างกว้างขวาง ดังนั้นการหาหาพรมแดนความรู้ด้านมลพิษทางเสียงเพื่อทบทวนองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่และการกำหนดทิศทาง

ของการพัฒนาองค์ความรู้ต้นนำไปสู่การวางยุทธศาสตร์ด้านการจัดการมลพิษทางเสียงอย่างถูกต้องและน่าประ
สิทธิภาพเพื่อรองรับสถานการณ์ดังกล่าว จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเ็น

เป้าหมายการวิจัย

การสำรวจองค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางเสียง เพื่อกำหนดทิศทางการวิจัยด้านการจัดการมลพิษ
ทางเสียง

ขอบเขตการวิจัย

1. การศึกษารอบคอบเนื้อหาด้านมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อมและด้านชีวอนามัยและความปลอดภัย
ภัย ในระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2504 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2543
2. การวิเคราะห์ได้กำหนดจะจัดจำแนกกลุ่มงานวิจัยและองค์ความรู้ที่มีอยู่ได้ตามประเด็นหลักที่
สำคัญดังนี้
 - 2.1 การพิสูจน์ยืนยันสภาพปัญหาและผลกระทบ
 - 2.2 การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยส่งผลกระทบต่อสภาพปัญหา
 - 2.3 การควบคุม ป้องกัน แก้ไข
 - 2.4 การสนับสนุนการจัดการด้านกระบวนการทางการศึกษา
3. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้ได้เน้นพิจารณาการกระจายของงาน
วิจัย ถึงการเปลี่ยนแปลงตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แต่ละฉบับเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยการศึกษา
ลักษณะการตอบสนองโดยรวม การตอบสนองหรือความครอบคลุมด้านการบริหารจัดการ และการตอบสนอง
ต่อกลุ่มปัญหาหลัก ได้แก่ การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน
4. การวิเคราะห์ช่องว่างองค์ความรู้ จะเน้นเปรียบเทียบกับองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ด้านการจัดการ
ด้านมลพิษทางเสียง และการเทียบเคียงกับนโยบายและแผนการจัดการมลพิษทางเสียงระดับประเทศ
5. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างองค์ความรู้ จะพิจารณาบนพื้นฐาน
ของข้อมูลการวิจัยภายในประเทศที่ปรากฏจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ วิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย และบทความ
งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ

จำนวนและประเภทของแหล่งข้อมูล

- จำนวนงานโดยรวม 221 รายการ

ตารางที่ 1 ปริมาณผลงานด้านบทความวิจัย จำนวนตามประเภทของแหล่งข้อมูลและช่วงเวลา
(กิจกรรมพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จำนวนรวม 221 รายการ)

ประเภท แหล่งข้อมูล	ช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ								ไม่ระบุ	รวม
	ฉบับที่ 1 (2504-2509)	ฉบับที่ 2 (2510-2514)	ฉบับที่ 3 (2515-2519)	ฉบับที่ 4 (2520-2524)	ฉบับที่ 5 (2525-2529)	ฉบับที่ 6 (2530-2534)	ฉบับที่ 7 (2535-2539)	ฉบับที่ 8 (2540-2544)		
วิทยานิพนธ์	1	-	2	9	12	17	27	21	-	89
บทความงานวิจัยในวารสาร	-	-	-	1	2	5	12	18	1	45
รายงานวิจัย	-	-	-	3	4	2	7	8	6	30
หนังสือคู่มือ/รายงานสถาน การณ์	-	-	-	5	6	11	9	20	6	57
รวม	1	-	2	18	24	35	61	67	13	221

แหล่งข้อมูลประกอบด้วยสถาบันและหน่วยงาน ดังนี้

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- กระทรวงสาธารณสุข
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	- กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- มหาวิทยาลัยมหิดล	- กระทรวงมหาดไทย
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	- กระทรวงอุตสาหกรรม
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง	- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- มหาวิทยาลัยบูรพา	- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (ส.ว.ท.)
- มหาวิทยาลัยสุรนารี	- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ศ.ท.)
- มหาวิทยาลัยศรีปทุม	
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย	

การทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรม สามารถแยก และจัดหมวดหมู่ในด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง ได้เป็นประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญคือ การพิสูจน์ยืนยันสภาพปัญหาและผลกระทบ การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยส่งผลกระทบต่อสภาพปัญหา การควบคุม ป้องกัน แก้ไข และการสนับสนุนการจัดการด้านกระบวนการทางการศึกษาตลอดรวมถึง เนื้อหาสาระด้านนโยบายและแผนการจัดการมลพิษทางเสียงระดับประเทศ ซึ่งสามารถสรุปเนื้อหาได้ดังต่อไปนี้

1. การพิสูจน์ยืนยันสภาพปัญหาและผลกระทบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพิสูจน์ยืนยันสภาพปัญหาและผลกระทบ ได้ครอบคลุมทั้งมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม และในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยในส่วนของมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม ได้มีการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจเพื่อยืนยันสภาพผลกระทบจากมลพิษทางเสียง ซึ่งประกอบด้วย การสำรวจผลกระทบของมลพิษทางเสียงต่อผู้รับผลกระทบที่มีความไวต่อเสียง ซึ่งได้แก่ ชุมชน โรงเรียน และโรงพยาบาล ประเด็นการสำรวจแหล่งเสียงจากโรงงาน รถยนต์ เรือ รถไฟ สนามบิน รถไฟฟ้า เสียงจากการก่อสร้าง และสถานบริการที่มีเสียงดัง เป็นต้น

Samran (1974) ได้ทำการสำรวจแหล่งเสียงต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร อันประกอบด้วยเสียงจากการใช้รถใช้ถนน เสียงจากรถไฟ เสียงจากเรือโดยสาร และเสียงจากโรงงานอุตสาหกรรม ในรูปของระดับเสียง (L10, L50, L90 และ Noise pollution level LNP (A)) ซึ่งพบว่าในหลายพื้นที่ มีค่าระดับเสียงเกินกว่ามาตรฐาน (Minnesota State Noise Standard, 1972) ได้แก่ บริเวณย่านที่พักอาศัย สถานที่ราชการ และสวน

สาธารณะ ฯลฯ ยังคงมีระดับเสียงที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยได้มีการยืนยันให้มีการลดระดับเสียงที่เกิดจากการจราจร ในบริเวณที่มีระดับความดังเสียงเกินมาตรฐาน และในบริเวณที่พักอาศัย ส่วนเสียงจากรถไฟและเรลกันัน ในบางเขตชุมชนหรือใกล้เส้นทางจราจรจะไม่ปรากฏผลกระทบที่ชัดเจน เนื่องจากในบริเวณดังกล่าว มีระดับ Background noise ค่อนข้างสูง ทำให้ผลการวิเคราะห์สามารถชี้ชัดถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นชัดเจนเฉพาะในบริเวณเขตที่พักอาศัยในย่านชานเมืองเท่านั้น ด้านการสำรวจเสียงของโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าเป็นแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงต่อชุมชน

อย่างไรก็ตามวันชัย (2535) ได้ทำการสำรวจระดับเสียงเฉลี่ยที่ถนนกรุงเทพมหานครได้รับตลอด 24 ชั่วโมงพบว่า ระดับเสียง Leq 24 ชั่วโมงเฉลี่ยที่ถนนกรุงเทพมหานครได้รับสูงถึง 88 dBA ซึ่งเป็นระดับที่เกินกว่าระดับมาตรฐานเสียงขององค์การคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (USEPA) สือพล (2529) ได้ชี้ให้เห็นถึงความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินของกลุ่มเยาวชน ซึ่งได้รับจากการใช้บริการสถานบริการบางประเภทที่มีเสียงดัง และการได้รับเสียงจากแหล่งเสียงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้บริการรถโดยสารประจำทางบางสายที่ขาดการบำรุงรักษาที่ดีพอและก่อให้เกิดเสียงดังมาก เป็นต้น ซึ่งเหล่านี้เป็นการยืนยันถึงปัญหาของมลพิษทางเสียงได้อย่างชัดเจน ในด้านผลกระทบต่อแหล่งที่มีความไวเสียง ประเภท โรงเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน (วันชัย, 2534) และโรงพยาบาล (สุรางค์รัตน์, 2537) ผลการวิจัยล้วนยืนยันถึงปัญหาของมลพิษทางเสียงเหล่านั้นทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอน การประกอบกิจกรรมด้านการรักษาพยาบาลซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการรักษาพยาบาลผู้ป่วย นอกจากนี้ในด้านการสำรวจผลกระทบจากแหล่งกำเนิดเสียงของโครงการพัฒนาซึ่งมีโอกาสก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงนั้น ได้มีการศึกษาวิจัยครอบคลุมโครงการสนามบิน โครงการทางด่วน และโครงการรถไฟฟ้า (บีทีเอส) และงานการก่อสร้าง ซึ่งสามารถแจกแจงได้ดังนี้

โครงการสนามบิน : การจราจรทางอากาศ หรือสนามบินเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ที่มีการศึกษา และเป็นที่ยอมรับว่าก่อให้เกิดปัญหามาเป็นเวลานาน จะเห็นได้จากการศึกษาวิจัยของ ทองอินทร์ (2524) ซึ่งได้ทำการสำรวจมลพิษทางเสียง (ระดับเสียงรบกวนต่อเนื่อง 18 ชั่วโมง) จากเครื่องบิน บริเวณสนามบินท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ในรัศมี 3,000 เมตร โดยพบว่า บริเวณดังกล่าว มีค่าสูงเกินมาตรฐาน อย่างไรก็ตามลักษณะที่เปลี่ยนไปของพื้นที่ เช่น ความหนาแน่น ความโล่งของพื้นที่ และอาคารสูงจะมีผลกระทบต่อระดับเสียงที่ได้รับ

โครงการทางด่วน : ทางออกหนึ่งของการพัฒนาและแก้ไขปัญหาระบบการจราจร คือ การพัฒนาเส้นทางด่วน ระดับผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่กับการวางแผนเส้นทางดังกล่าวว่าไปพาดผ่านบริเวณที่มีความไวต่อเสียงในระดับใด Cortez-Fewer (1992) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของเสียงที่เกิดขึ้นจากระบบทางด่วนขั้นที่ 1 ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีต่อบ้านพักอาศัยในบริเวณดังกล่าว ด้วยการวัดระดับเสียงต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง และใช้ดัชนีต่าง ๆ เช่น Leq, Lnp, L10 และ L90 และทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานเสียงที่กำหนดโดย United State of Federal High way Agency (US FHWA), US Environmental Pollution Agency (US EPA) และ US Department of Housing and Urban Development (US-HUD) ซึ่งพบว่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานยอมรับโดยบริเวณที่พักอาศัยที่ได้รับเสียงจากทางด่วนโดยตรงจะได้รับผลกระทบสูงสุด รองลงมา คือ บริเวณทางด่วนซึ่งมี

การใช้วัสดุกันเสียง (Noise Barrier) จะได้รับผลกระทบระดับกลาง นอกจากนั้นยังพบว่า Steel Noise Barrier ขนาดสูง 1.5 เมตร ที่ใช้ในการลดเสียงจากทางด่วน ไม่มีประสิทธิภาพในการลดเสียง

โครงการรถไฟฟ้า : ในกรณีของผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงของโครงการรถไฟฟ้า อนุชา (2538) ได้ทำการสำรวจ และพบว่า อาจก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงได้ในช่วงการก่อสร้าง ซึ่งขึ้นกับชนิดของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ แต่ในภาพรวมจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

งานการก่อสร้าง : ในด้านการก่อสร้าง โดยทั่วไปนั้น จะพบว่ามีลักษณะงานการใช้เครื่องมือเครื่องจักร ที่ก่อให้เกิดมลพิษเสียงอยู่มาก กิจกรรมการตอกเสาเข็ม เป็นกิจกรรมหนึ่งที่เกิดขึ้นให้เกิดมลพิษทางเสียงอย่างมาก โดยมีทั้งเสียงจากการกระทบของการตอกเสาเข็ม และจากการเดินเครื่องจักรต้นกำลัง กรมควบคุมมลพิษ (2541) พบว่า ระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ณ ระยะห่าง 1 เมตร มีค่าระดับเสียงถึง 91.5 dB (A) ค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) และ ระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ในการตอกเสาเข็ม 1 ตัน มีค่า 87.4 – 90.1 dB (A) และ 103.7 – 111.9 dB (A) ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เห็นอันตรายด้านมลพิษทางเสียงที่แฝงอยู่ในกิจกรรมการก่อสร้างอย่างชัดเจน

การศึกษาวิจัยด้านการยับยั้งสภาพปัญหาและผลกระทบด้านมลพิษทางเสียงในส่วนของอาชีวอนามัย และความปลอดภัย อันมีผลต่อผู้ประกอบการอาชีพด้านต่าง ๆ โดยตรงนั้น ได้มีการสำรวจสภาพผลกระทบทางด้านการสูญเสียหรือการเสื่อมสมรรถภาพการได้ยิน ตลอดจนความผิดปกติทางร่างกายอื่น ๆ อาทิ การเปลี่ยนแปลงระดับความดันโลหิตของผู้ได้รับเสียงดัง (ภาณี, 2537) เป็นต้น สำหรับด้านการพิสูจน์ หรือสำรวจด้านการสูญเสียการได้ยินของผู้ประกอบอาชีพนั้น การศึกษากระจายไปตามกิจการต่าง ๆ ที่มีแหล่งกำเนิดเสียงดังที่ชัดเจน โดยเฉพาะในสถานประกอบการที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น โรงงานผลิตเสาเข็ม คอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง (สมชัย, 2538) โรงงานทอผ้า (Pinijrechakam, 1981 และ Kantha, 1985) โรงงานเยื่อกระดาษ (Shami, 1980) โรงงานเหล็ก (ชายชาติ, 2529) โรงงานผลิตรถยนต์ (Wisutthipat, 1987) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์บรรจุขวด (ปราโมทย์, 2538) นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาวิจัยกิจการอื่น ๆ เช่น การฝึกของนักเรียนทหารในหลักสูตรต่าง ๆ และทหารประจำการ (สุภา, 2533 ; ตรีณ, 2540) การศึกษาผลกระทบของเสียงต่อผู้ปฏิบัติงานในขบวนรถไฟ (กล้า, 2541) เป็นต้น

นอกจากนี้ จากข้อมูลโครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ โดย กรมควบคุมมลพิษ (2541) ยังพบว่า ในด้านผลกระทบของเสียงต่อสุขภาพของผู้ทำงานในกิจกรรมการก่อสร้าง ผู้ทำงานในเส้นทางจราจร มีความผิดปกติทางการได้ยินสูงถึง ร้อยละ 47.9, 27.9 และ 10.9 ตามลำดับ

ซึ่งผลการสำรวจได้แสดงถึงระดับและลักษณะการสูญเสียการได้ยินที่แตกต่างกันไป ตามแต่ละลักษณะกิจกรรม แต่ทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วขึ้นจนถึงสภาพการเกิดปัญหา การสูญเสียการได้ยินอันเนื่องจากการได้รับเสียงดังจากการประกอบอาชีพที่ต้องได้รับการดูแลและแก้ไขทั้งสิ้น

2. การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อสภาพปัญหามลพิษทางเสียง

การวิเคราะห์เหตุปัจจัย ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงหรืออ้อมต่อการเกิดปัญหา เป็นส่วนสำคัญประการหนึ่งของขบวนการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ให้ทราบถึงจุดเริ่มต้น และตัวแปรหรือปัจจัยส่งผลที่แท้จริงของการเกิดปัญหาแต่ละด้าน เพื่อนำใช้ในการควบคุม ป้องกันได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ งานวิจัยที่พบในส่วนนี้พบว่าส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยทางในด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยผลการวิจัยดังกล่าวได้ระบุเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อการสูญเสียการได้ยิน และการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาของผู้ประกอบอาชีพ อันเนื่องจากการได้รับเสียงดัง ซึ่งปัจจัยร่วม ได้แก่ ระยะเวลาการสัมผัสเสียง อาศัยการทำงาน ปริมาณเสียงในสิ่งแวดล้อมที่ปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล พื้นฐานความรู้ ซึ่งปัจจัยร่วมเหล่านี้จะส่งผลให้เกิด ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากเสียงในระดับที่แตกต่างกัน (ชายชาติ, 2529 ; ภาณี, 2537 ; พจน์พร, 2533 ; สุภา, 2533 ; กกล้า, 2541 ; pimijvechakarn, 1981 ; Dhanugrongartana, 1989)

3. การควบคุม ป้องกัน และแก้ไขมลพิษทางเสียง

ในการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขมลพิษทางเสียงนั้น ได้มีการทำการวิจัยทั้งในด้านมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม และในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยเนื้อหา ของงานวิจัยในภาพรวมได้ครอบคลุม ด้านการวางแผนทางในการบริหารจัดการ การพัฒนาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ เพื่อใช้ในการดังกล่าว ซึ่งสามารถแจกแจงได้ดังนี้

ด้านการวางแผนทางในการบริหารจัดการและกำหนดมาตรการ : ในการศึกษาวิจัยด้านมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อมได้มีเนื้อหาครอบคลุมในด้านการศึกษาเพื่อวางวิธีปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหามลพิษทางเสียงเฉพาะกรณี การกำหนดค่ามาตรฐาน และกฎหมาย ตลอดจนการประเมิน และหาเหตุปัจจัยที่ส่งผลหรือเป็นอุปสรรคโดยตรงต่อการใช้เทคโนโลยี หรือมาตรการในการป้องกัน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสัมฤทธิ์ผลของการควบคุมป้องกัน แก้ไขมลพิษทางเสียง โดยเฉพาะ

ในด้านการวางวิธีปฏิบัติ และมาตรการนั้น ได้มีการศึกษาโครงการสนามบินท่าอากาศยานกรุงเทพ โดยอาศัยสมการคาดคะเนเสียงรบกวนจากสนามบิน ($CNR = 10 \log 10 L_{pnl}/10 + \log N - 9$) และ Noise Exposure Forecast Contours (NEF) เพื่อกำหนดการเว้นระยะห่างของเขตที่ได้รับผลกระทบที่รุนแรงของเสียงอันเนื่องจากการขึ้นลงของสายการบิน และการเสนอแนะมาตรการด้านการปรับปรุงเทคนิคการบิน ตลอดจนการป้องกัน และลดผลกระทบที่มีต่อผู้รับผลกระทบที่มีความไวเสียง เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น (ทองอินทร์, 2524 ; Hossein, 1979) ในด้านการกำหนดค่ามาตรฐาน และกฎหมายนั้น ได้มีการศึกษาวิจัยเฉพาะกรณีโดยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสียงรบกวนจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ กับการตอบสนองของประชาชนในชุมชนเพื่อกำหนดเป็นค่ามาตรฐาน โดยระบุให้ค่าผลต่างระหว่าง เสียงรบกวนกับระดับ

เสียง พื้นฐาน (Background Noise) ของชุมชนที่ 11.5 dBA เป็นค่ามาตรฐานสำหรับประเมินเสียงรบกวนต่อชุมชน (จิตร, 2542)

สำหรับการศึกษาวิจัยด้านการประเมิน และหาเหตุปัจจัยที่ส่งผลหรือเป็นอุปสรรคในการควบคุมป้องกันนั้น ในภาพรวมจะเป็นการวิจัยเพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่เป็นปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการควบคุมป้องกัน แก่ไข้มลพิษทางเสียง ภายหลังจากที่ได้มีการกำหนดวิธีและมาตรการในทางปฏิบัติ และการบังคับใช้กฎหมาย เนื้อหางานวิจัยที่พบประกอบด้วย การวิจัยในส่วนของเจ้าหน้าที่ของรัฐ ซึ่งมีหน้าที่กำกับควบคุมดูแลและประชาสัมพันธ์ทั่วไป งานวิจัยส่วนหนึ่งได้ชี้ถึงปัญหาอุปสรรค ตลอดจนทัศนคติในการแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงของเจ้าหน้าที่ตำรวจ ซึ่งทำหน้าที่ในการกำกับ ควบคุมมลพิษทางเสียงจากยานพาหนะในเส้นทางจราจรต่าง ๆ (ธนกร, 2540 ; ซาติซา, 2541) โดยพบว่า การขาดความชัดเจนและความเหมาะสม บทลงโทษ ตลอดจนการขาดแคลนอุปกรณ์ เครื่องมือการตรวจวัดที่ได้มาตรฐานเป็นอุปสรรค และปัญหาของการปฏิบัติหน้าที่ นอกจากนี้ในด้านความเข้าใจและทัศนคติที่มีต่อการใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อลดปัญหามลพิษทางเสียงนั้น ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านความรู้ ประสบการณ์ด้านมลพิษทางเสียง ยศตำแหน่ง อาชีพราชการ และประสบการณ์ในการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ตำรวจเป็นสำคัญ ดังนั้น จึงได้มีการเสนอแนะให้มีการปรับปรุงด้านกฎหมาย และบทลงโทษ การพัฒนาและจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ตลอดจนการให้ความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องด้านการแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการผลักดันให้เกิดการแก้ไข หรือลดปัญหา และอุปสรรคที่ขัดขวางการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ต่อไป สำหรับในด้านผู้ใช้เส้นทางส่วนใหญ่มีทัศนคติในทางลบต่อการดำเนินงาน เพื่อกำกับควบคุมระดับเสียงยานพาหนะของเจ้าหน้าที่ตำรวจ (จิตติ, 2539) ซึ่งสมควรมีการพัฒนาแก้ไขปรับปรุงในส่วนนี้ต่อไป

งานวิจัยบางส่วนได้ทำการศึกษาเพื่อหาเหตุปัจจัยที่จะผลักดันให้ผู้บริโภคใช้นโยบายสิ่งแวดล้อมด้านเสียง เช่น พระพงศ์ (2539) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมกาปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมด้านเสียง โดยใช้กรณีศึกษาเป็นผู้ขับขีรถจักรยานยนต์ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่า นอกจากความรู้ด้านมลพิษทางเสียง และกฎหมายสิ่งแวดล้อมด้านเสียงแล้ว ปัจจัยส่วนบุคคล ในหลายปัจจัย อาทิ อายุ อาชีพ รายได้ การศึกษา สถานภาพการถือครองรถ ประสบการณ์การขับขี่ รวมถึงจำนวนครั้งของการถูกจับกุม ล้วนมีผลต่อพฤติกรรมกาปฏิบัติตามกฎหมายทั้งสิ้น ทั้งนี้ จะเห็นได้ชัดเจนว่า งานวิจัยด้านการประเมิน และหาเหตุปัจจัยส่งผล หรือเป็นอุปสรรคในการควบคุม ป้องกันมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อมนี้ จะให้ความสำคัญเน้นไปด้านแหล่งเสียงจราจร ซึ่งเป็นแหล่งเสียงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่เป็นประเด็นสำคัญ

ในส่วนของการศึกษาวิจัยด้านอาชีวอนามัยนั้นเนื้อหาได้ครอบคลุมในด้านการวางวิธิปฏิบัติและการหาเหตุปัจจัยที่ส่งผลอันเป็นอุปสรรคโดยตรงต่อการลดผลกระทบด้านเสียงหรือกำหนดวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบอาชีพต่าง ๆ กรณีตัวอย่าง ได้แก่ Lankatilake (1985) ทำการศึกษานวทางการปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบจากเสียงต่อคนงานโรงงานทอผ้า ซึ่งมีข้อกำหนดในทางปฏิบัติ คือ

1. กำหนดพื้นที่ที่ชัดเจน
2. ใช้สัญลักษณ์เตือนถึงสภาพอันตรายของเสียงในตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น บริเวณทางเข้าพื้นที่อันตราย
3. การออกมาตรการด้านข้อบังคับที่เข้มงวดต่อคนงานด้านการป้องกันอันตรายทางเสียง
4. กำหนดการหมุนเวียนผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่อันตรายอย่างเหมาะสม
5. การจัดโครงการด้านสุขศึกษาแก่คนงาน
6. การตรวจสอบสภาพการได้ยินก่อนรับเข้าทำงานและเฝ้าระวังการสูญเสียการได้ยินในคนงานอย่างต่อเนื่อง
7. การกำหนดให้ติดตั้งฉนวนเพื่อลดระดับเสียงในบริเวณพื้นที่อันตราย เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม แม้มีวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการลด หรือบรรเทาสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นแล้ว ก็ตามแต่ในทางปฏิบัติยังคงมีปัญหาที่ไม่สามารถดำเนินวิธีการดังกล่าวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพซึ่งได้มีงานวิจัยบางส่วนรองรับประเด็นสำคัญในส่วนนี้โดยพยายามประเมินและหาเหตุปัจจัยที่เป็นอุปสรรคหรือสนับสนุนต่อการดำเนินการควบคุมป้องกันแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้งานวิจัยที่มีได้เน้นไปที่การหาปัจจัยส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงของผู้ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงานที่มีปัญหาด้านมลพิษทางเสียง ได้แก่ ตำรวจจราจร (บุษกร, 2536) คนงานโรงงานอุตสาหกรรมชนิดต่าง ๆ (สุวรรณี, 2535 ; ราชิสร, 2535 ; อรอนงค์, 2535 ; กันวิทย์, 2541) และคนงานเหมือง (โสภณ, 2540) เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคลและมีความสอดคล้องกันของงานวิจัยข้างต้น คือ ปัจจัยด้านความรู้ของคนงานด้านอันตรายของเสียง อย่างไรก็ตามยังคงมีปัจจัยชักนำอื่น ๆ ที่เป็นตัวกำหนดซึ่งได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของเสียงในสถานที่ทำงาน การได้รับเอกสารข้อมูลคำแนะนำที่ถูกต้องในการปฏิบัติและใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล แรงจูงใจด้านสุขภาพ สังคมและเพื่อนร่วมงาน การรู้สึกรังเกียจหรือมีประสบการณ์เชิงลบต่อนิเทศของระบบการได้ยินและร่างกายภายหลังการได้รับเสียง ข้อมูลสุขภาพของตนเองทัศนคติ ความสม่ำเสมอของการกระตุ้นเตือนให้มีการใช้อุปกรณ์ป้องกัน ความคิดเห็นและประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์ลดเสียงระยะเวลาสัมผัสเสียงและอายุของผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น (เพศ สถานภาพสมรส และความแตกต่างด้านบุคลิกภาพ ไม่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการใช้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล)

จะเห็นได้ว่างานวิจัยในด้านการวางแผนการจัดการ และมาตรการในการควบคุมป้องกันแก้ไขมลพิษทางเสียงทั้งในสิ่งแวดล้อม และงานเขตอุตสาหกรรมมีขาดการศึกษาค้นคว้าครอบคลุมและเฉพาะเจาะจง ซึ่งควรมีการขยายขอบเขตหรือประเด็นงานวิจัยเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ในด้านนี้เพิ่มขึ้น

การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุมป้องกันแก้ไขมลพิษทางเสียง : จากข้อมูลพบว่า องค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ครอบคลุมในด้านการทำนายและการคาดประมาณ การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัดและเฝ้าระวัง ตลอดจนงานวิจัยที่พัฒนาเทคนิควิธีในการปฏิบัติงานหรือดำเนินงานกับประกอบด้วยงานวิจัยด้านมลพิษทางเสียง และด้านอาชีวอนามัย ซึ่งสามารถแยกสรุปได้ดังนี้

ด้านมหัพททางเสียงในสิ่งแวดล้อม : ในส่วนนี้ประกอบด้วยงานวิจัยที่ก่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ในด้านการคาดประมาณระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม การคาดประมาณความสูญเสียและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการคาดประมาณระดับเสียงนั้นพบว่าเป็นการคาดระดับเสียงครอบคลุมใน 2 ประเด็น คือ

1. การพัฒนาแบบจำลอง : โดยประมาณมีเสียงจากการใช้รถใช้ถนนตามถนนสายหลักต่าง ๆ ซึ่งได้แก่การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อคาดประมาณระดับเสียงที่เกิดจากการใช้รถใช้ถนนโดยทั่วไปในรูป L_{10} , L_{50} และ L_{90} (โชติศักดิ์, 2522) การคาดประมาณเสียงจากเส้นทางด่วน (Meetumneam, 1987) ตลอดจนการประมาณค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน (วิชัย, 2534)

2. การประยุกต์แบบจำลอง : วัฒน (2531) ได้สรุปยืนยันถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ FHWA model ของสหพันธ์การบริหารทางหลวงแห่งสหรัฐอเมริกาเพื่อคาดประมาณเสียงจากการจราจรทางน้ำในคลอง ในด้านการประมาณความสูญเสียและผลกระทบนั้น ได้มีการศึกษาโดยเน้นด้านการใช้รถใช้ถนนเป็นหลักโดยครอบคลุมด้านผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น (Rasagani, 1986)

ในด้านการพัฒนาเทคนิคการตรวจวัดและเฝ้าระวังนั้น งานวิจัยที่พบได้มีแนวโน้มไปในการพยายามลดระยะเวลาในการตรวจวัดเสียงซึ่งแต่เดิมต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานและสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ซึ่งได้มีการพยายามหาช่วงเวลาและระยะเวลาสำหรับการตรวจวัดระดับเสียงที่เหมาะสม ให้ค่าระดับเสียงที่ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้โดยวิธีมาตรฐาน เช่น Leq 24 ชั่วโมง และ Leq 8 ชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งได้แก่การศึกษาเพื่อลดระยะเวลาในการตรวจวัดเสียงจากการใช้รถใช้ถนน (ปริยารัตน์ และนิรันดร์, 2537) และเสียงจากการจราจรทางน้ำ (เอ็งศักดิ์ และคณะ, 2540)

ด้านอาชีพอนามัยและความปลอดภัย : ได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อขยายองค์ความรู้ในด้านการคาดประมาณความสูญเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้น การคาดประมาณเพื่อเป้าหมายการประเมินผลการควบคุมป้องกัน และการพิจารณารูปแบบวิธีในการดำเนินการในการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียงที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ประกอบการอาชีพ

การคาดประมาณความสูญเสียและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อทำนายสภาพการสูญเสียการได้ยินที่อาจเกิดขึ้น (จิตรรา, 2534 ; ปราโมทย์, 2538) และทำนายโอกาสของการเกิดการเสื่อมของการได้ยินที่อาจเกิดขึ้น (วิไลลักษณ์, 2536) ซึ่งจะเน้นการศึกษาในภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก

การคาดประมาณเพื่อประเมินผลการควบคุมป้องกันแก้ไขมีการวิจัยเฉพาะในเรื่องการทำนายผลของพฤติกรรมในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคล ซึ่งใช้กรณีของโรงงานทอผ้าเป็นกรณีศึกษา (สุวรรณิ, 2535)

การพัฒนารูปแบบและเทคนิควิธีในการดำเนินการ : ได้มีการพัฒนานำแนวทางปฏิบัติในศาสตร์แขนงอื่นมาประยุกต์กับการดำเนินการควบคุมป้องกันแก้ไขมลพิษทางเสียง เพื่อให้การดำเนินงานต่าง ๆ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในหลายเทคนิควิธี อาทิ การใช้รูปแบบของสารอนุมูลฐาน (จุฬารัตน์, 2536) การใช้กระบวนการพยาบาลอาชีวอนามัยร่วมกับการประยุกต์งานวิจัยแบบมีส่วนร่วม (สุนทรีย์, 2539) การใช้ทฤษฎีแรงจูงใจในการป้องกันโรค (สุภาพ, 2542) และการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน (ราชสุดา, 2542) เป็นต้น

การพัฒนาฮาร์ดแวร์สำหรับการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียง : ในด้านการพัฒนาองค์ความรู้อันนำไปสู่การพัฒนาฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียงนั้นได้แยกเป็น 2 ส่วน คือ การพัฒนาฮาร์ดแวร์ด้านการลดระดับเสียง และการพัฒนาฮาร์ดแวร์ในการเฝ้าระวังหรือตรวจวัดระดับเสียงซึ่งแยกสรุปได้ดังนี้

การลดระดับเสียง : ในส่วนนี้ได้มีการศึกษาวิจัยในส่วนของ Passive Control เป็นหลัก โดยมีงานวิจัยที่ครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

1. การทดสอบอุปกรณ์ลดเสียงที่แหล่ง (Silencer) ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ Raksaphao (1965) ซึ่งได้ทดสอบ Silencer ชนิดต่าง ๆ กับ เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน

2. การทดสอบการลดเสียงโดยการใช้เศษวัสดุเหลือใช้และพืชแห้งที่หาได้ง่าย อาทิ การใช้ฟางข้าว ผักตบชวา กาบมะพร้าว ขุยมะพร้าว ใบมะพร้าว จี้เลื่อย จี้กับ แกลบ เศษหนัง ซึ่งจะพบในงานวิจัยของ พัฒนา(2526) สุทัศน์(2533) นิรันดร์(2535) และวิโรจน์(2537) เป็นต้น

3. การแปรรูปเศษวัสดุ และส่วนของพืช เพื่อใช้ในการเป็นฉนวนลดเสียง อาทิ การใช้ซีเมนต์ และ ถั่วลยถิกในค้เชื่อมประสานเศษวัสดุ และส่วนของพืช เพื่อใช้ในการเป็นฉนวนลดเสียง อาทิ การใช้ซีเมนต์ และถั่วลยถิกในค้เชื่อมประสานเศษวัสดุ (ศักดิ์ชัย, 2541) และการใช้แผ่นใยไม้อัดทำจากก้านใบปาล์มน้ำมัน (ธนาศรี, 2542) ซึ่งทั้ง 2 งานวิจัยพบว่าคลื่นความถี่ของแหล่งเสียงมีผลต่อการดูดซับเสียงของวัสดุข้างต้น

4. การจัดรูปแบบของอุปกรณ์ลดเสียง อาทิ บุญชัย (2542) ได้ทำการศึกษาขึ้นจนถึงการต่ออุปกรณ์ลดเสียง Helmholtz แบบอนุกรมให้ผลในการลดเสียงดีกว่าการต่อแบบขนาน ปัจจัยส่งผลกระทบ ได้แก่ พื้นที่หน้าตัดรู Connector และความเร็วลม เป็นต้น

5. การศึกษาการลดระดับเสียงโดยพืช ซึ่งมีการศึกษาทั้งด้านโครงสร้างและลักษณะของพืชที่เหมาะสมในการลดเสียง (สมเกียรติ, 2532) และการจัดเรียงของพืชเพื่อลดการกระจายของเสียง (จักรี, 2532) เป็นต้น

6. การศึกษาเพื่อหาอุปกรณ์ลดเสียงที่เหมาะสมเฉพาะเจาะจงแหล่งกำเนิดเสียง ได้แก่ การศึกษาวิจัยเพื่อลดเสียงจากทางด่วน โดยการศึกษาถึงชนิดของ Noise Barrier Niyanapakorn (1980) และระดับความสูงของจอทางด่วน (กิตติชัย, 2541) ที่เหมาะสมในการลดเสียง เป็นต้น

นอกจากการศึกษาด้าน Passive Control ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ได้มีการเร่งศึกษาในด้าน Active Control ซึ่งเป็นการพยายามลดเสียงรบกวนโดยการหักล้างความถี่ (สมชาย, 2542) แต่การวิจัยเพื่อขยายองค์ความรู้ในส่วนนี้ของประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมากในปัจจุบัน

การพัฒนาฮาร์ดแวร์ด้านการตรวจวัด : งานวิจัยส่วนนี้มีอยู่น้อยมากทั้ง ๆ ที่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากเนื่องจากการตรวจวัดจำเป็นต้องพึ่งพิงอุปกรณ์เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยงานวิจัยที่พบจะเป็นงานวิจัยในการสร้างเครื่องตรวจวัดซึ่งสามารถตรวจวัดเสียงจากเครื่องยนต์ได้ใกล้เคียงกับอุปกรณ์มาตรฐาน (สุมาลี, 2542)

4. การวิจัยด้านสถาบันและการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียง

ในด้านการสนับสนุนการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียงในด้านเกี่ยวกับการศึกษา การวัดระดับความรู้ และการถ่ายทอดความรู้นั้น งานวิจัยส่วนใหญ่ได้เน้นไปที่การสำรวจระดับความรู้ที่มีต่อความตระหนัก พฤติกรรม ความคิดเห็นในด้านมลพิษทางเสียงและกฎหมายด้านมลพิษทางเสียง ของกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ คือ

1. เจ้าหน้าที่ของรัฐ (จินตนา, 2527 ; สมชาย, 2536 ; ประจักษ์, 2539)

2. ผู้ก่อมลพิษทางเสียง ได้แก่ ผู้ขับขี่สามล้อเครื่อง (ไพบุลย์, 2536) พนักงานขับรถของขสมก. (อดิสร, 2529) ผู้ขับเรื่อหางยาว (อัครวรรณี, 2532 และ มานูญ, 2540) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ (วิณา, 2532 และ ปัทิตตา, 2540) เป็นต้น

3. ผู้รับผลกระทบ ได้แก่ ประชาชนผู้ได้รับผลกระทบจากเสียงของสามล้อเครื่อง (ไพบุลย์, 2536) และการรับการฝึกภายใต้ภาวะที่มีเสียงดังของนักเรียนทหาร (สุภา, 2533 และ พจน์พร, 2533) เป็นต้น

นอกจากนี้งานวิจัยบางส่วนได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพิสูจน์กระบวนการรับทราบและเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความรู้ และความเข้าใจ ทางด้านมลพิษทางเสียง (สุณีย์, 2522 และ ศากุน, 2529) การพัฒนาสื่อความรู้ เช่น ชุดฝึกอบรมด้านการตรวจสอบสภาพรถเพื่อลดระดับเสียง (สุระสิทธิ์, 2540) เป็นต้น

5. นโยบายและแผนจัดการมลพิษทางเสียงระดับประเทศ

จากการกำหนดนโยบายและแผนจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนระดับประเทศ โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดนโยบายและแผนเป็น 2 ระยะ คือ ช่วง พ.ศ.2539-พ.ศ.2544 ช่วง พ.ศ.2545-พ.ศ.2549 ในด้านมลพิษทางเสียงนั้นได้มีการวางเป้าหมาย มาตรการ การจัดการ ด้านการลงทุน ด้านกฎหมาย ด้านการสนับสนุน รวมทั้งการกำหนดแนวทางปฏิบัติ โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ด้านนโยบาย : ได้มีการกำหนดนโยบายหลักในการจัดการมลพิษทางเสียงดังนี้

1. กำหนดว่ามลพิษทางเสียงเป็นมลพิษที่รัฐต้องดำเนินการป้องกัน ควบคุม แก้ไข ไม่ให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ผลการได้ยิน และรบกวนความเ็นอยู่ที่ดีของประชาชน
2. ให้มีมาตรฐานในการควบคุมระดับเสียงจากแหล่งกำเนิด
3. ให้มีการดำเนินการป้องกัน ควบคุม และแก้ไข ให้ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
4. ส่งเสริม และสนับสนุนให้ภาครัฐ เอกชน และประชาชนมีส่วนร่วมในการป้องกัน ควบคุม แก้ไข มลพิษทางเสียง

เป้าหมาย :

1. ควบคุมระดับเสียงโดยทั่วไปให้มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Leq 24 hr.) ไม่เกิน 70 dBA ทุกพื้นที่ของประเทศไทยปี พ.ศ.2544

2. กำหนดมาตรฐานระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดให้ครบทุกประเภทภายในปี พ.ศ.2549

3. ควบคุมระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดให้ได้ตามมาตรฐาน ได้แก่ ระดับเสียงของยานพาหนะ สถานประกอบการและชุมชน ในปี พ.ศ.2549

มาตรการ :

1.มาตรการด้านการจัดการ

มาตรการด้านการจัดการประกอบด้วย การจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียง การติดตามตรวจสอบและวิเคราะห์ระดับเสียงโดยทั่วไป และจากแหล่งกำเนิด การกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสม และการใช้มาตรการทางผังเมือง เพื่อควบคุม แหล่งกำเนิดเสียง

2.มาตรการด้านการลงทุน

เน้นการลงทุนด้านการสร้างระบบติดตามตรวจสอบระดับเสียงโดยทั่วไปในเขตเมืองหลักนิคมอุตสาหกรรม และเขตควบคุมมลพิษ ตลอดจนส่งเสริมการลงทุนเพื่อการผลิตอุปกรณ์ที่ลดปัญหามลพิษทางเสียง

3.มาตรการด้านกฎหมาย

มาตรการด้านกฎหมายประกอบด้วย การกำหนดและปรับปรุงด้านมาตรฐานและวิธีการตรวจวัดระดับเสียง และความถี่ทั้งในสิ่งแวดล้อมทั่วไปและจากแหล่งกำเนิด การกำหนดประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่ต้องควบคุม

4.มาตรการด้านการสนับสนุน

มาตรการสนับสนุนประกอบด้วย การสนับสนุนการศึกษาฝึกอบรมด้านมลพิษทางเสียงให้แก่เจ้าหน้าที่ของรัฐ ผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไป การสนับสนุนงานวิจัย และใช้มาตรการด้านการลดภาษีกิจกรรมหรืออุปกรณ์ ตลอดจนสร้างกลไกอาสาสมัคร และรณรงค์ให้ประชาชนเกิดความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการป้องกันควบคุมแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียง

แนวทางปฏิบัติช่วง พ.ศ.2539-พ.ศ.2544 :

ระยะที่ 1 (พ.ศ.2539-พ.ศ.2541) กำหนดให้มีการประกาศมาตรฐานระดับเสียงทั่วไป ระดับเสียงจากอากาศยาน ระดับเสียงจากสถานประกอบการ ระดับเสียงรบกวน ระดับเสียงอันตราย กำหนดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นมลพิษทางเสียงให้เป็นแหล่งมลพิษที่ถูกควบคุมตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 จัดทำระบบฐานข้อมูลมลพิษทางเสียง ตรวจสอบและตรวจจ้ายานพาหนะที่ระดับเสียงเกินมาตรฐาน ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายท่อไอเสียที่ไม่ได้มาตรฐาน การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชนด้านการป้องกัน ควบคุม แก้ไขปัญหามลพิษทางเสียง พัฒนาและส่งเสริมการผลิต และการใช้วัสดุกันเสียง

ระยะที่ 2 (พ.ศ.2542-2544) ปรับปรุงเพิ่มเติมประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงที่ต้องควบคุมทั่วประเทศ พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบติดตามตรวจสอบระดับเสียงทั่วไปในเขตเมืองหลักทั่วประเทศ พัฒนาและปรับปรุงระบบฐานข้อมูลเพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดทำแบบจำลองวิเคราะห์ระดับเสียงจากแหล่ง

กำหนดและในสภาพแวดล้อมทั่วไป สำหรับการจัดผังเมืองและกำหนดสถานที่ตั้งกิจกรรมต่าง ๆ พัฒนาและส่งเสริมการผลิตและจำหน่ายยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ให้อานพาหนะใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสำหรับการลดมลพิษทางเสียง กว้นขันการตรวจสอบยานพาหนะ และการสร้างกลไกการมีส่วนร่วมของประชาชนในการลดมลพิษทางเสียง

แนวทางปฏิบัติช่วง พ.ศ.2545-พ.ศ.2549 : เน้นให้มีการตรวจสอบ และตรวจจับแหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย และพัฒนาการป้องกันมลพิษทางเสียง วนรงค้และประชาสัมพันธ์การป้องกันความคุม และแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียง ปรับปรุงมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป และแหล่งกำเนิดให้เหมาะสมกับสถานการณ์

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้ ได้พิจารณาข้อมูลเฉพาะจากแหล่งงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยวิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัยและบทความงานวิจัยซึ่งตีพิมพ์ในวารสารจำนวนรวม 164 รายการ ซึ่งสามารถบ่งชี้หรือสะท้อนถึงพื้นฐานและการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการจัดการมลพิษทางเสียงของประเทศไทยได้อย่างครอบคลุมซึ่งสามารถวิเคราะห์เป็นประเด็นได้ดังนี้

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้

1. การตอบสนองโดยรวม

การวิเคราะห์การกระจายของผลงานตามช่วงเวลา เป็นประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงความไวของการตอบสนอง ต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการให้ความสนใจ หรือการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านมลพิษทางเสียง ในช่วงเวลาต่าง ๆ จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะหากแบ่งช่วงเวลาดังกล่าวออกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติจะทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถวิเคราะห์แจกแจงได้ดังนี้

จากตารางที่ 2 หากพิจารณาวิเคราะห์โดยการจำแนกปริมาณผลงานการวิจัยโดยรวมจำนวน 164รายการตามช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในประเทศอย่างเป็นรูปธรรม จะเห็นได้ว่า งานชิ้นแรกหรือเรียกได้ว่าเป็นการให้ความสำคัญในด้านมลพิษทางเสียงที่พบ ได้เริ่มต้นในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 และได้มีแนวโน้มของจำนวนผลงานเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จนกระทั่งปัจจุบันก็เห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 นั้น ปริมาณผลงานได้เพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนหน้านั้น

อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนงานวิจัยที่เพิ่มขึ้น มีความสอดคล้องต่อสภาพปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และการตื่นตัวในด้านมลพิษทางเสียงซึ่งมีความรุนแรงและขยายตัวเพิ่มขึ้นมากจากอดีตถึงปัจจุบัน หรืออาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า แนวโน้มจากอดีตจนกระทั่งปัจจุบันผลงานด้านมลพิษทางเสียงมิได้หยุดนิ่งและมีการขยายผลเพิ่มพูนองค์ความรู้ตามสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมาโดยตลอด

ตารางที่ 2 ปริมาณผลงานด้านมลพิษทางเสียงโดยรวมแยกตามช่วงเวลา(อิงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากผลงานวิจัยจำนวนรวม 164 รายการ)

ช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ	จำนวนรวม
ฉบับที่ 1 (2504-2509)	1
ฉบับที่ 2 (2510-2514)	-
ฉบับที่ 3 (2515-2519)	2
ฉบับที่ 4 (2520-2524)	13
ฉบับที่ 5 (2525-2529)	17
ฉบับที่ 6 (2530-2534)	24
ฉบับที่ 7 (2535-2539)	53
ฉบับที่ 8 (2540-2544)	47
ไม่ระบุช่วงเวลา	7
รวม	164

2. การตอบสนองของงานวิจัยด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง

จากการวิเคราะห์ความครอบคลุมของเนื้อหาในงานวิจัยด้านการจัดการมลพิษทางเสียงนั้น พบว่า เนื้อหาของงานวิจัย มีความครอบคลุมประเด็นสำคัญทางด้านการจัดการในระดับหนึ่ง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเด็นหลัก ได้ดังนี้

1. การพิสูจน์ผลกระทบ และระดับอันตรายจากมลพิษทางเสียง
2. การค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อการเกิดสภาพปัญหามลพิษทางเสียง
3. การควบคุม ป้องกัน และแก้ไขมลพิษทางเสียง
4. ด้านการส่งเสริมสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการทางการศึกษา (การศึกษา การวัดความรู้ และการถ่ายทอดความรู้)

จากแหล่งข้อมูลวิทยานิพนธ์รายงานการวิจัยและบทความวิจัยจำนวน 164 รายการ สามารถวิเคราะห์ การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในภาพรวมของประเด็นหลักได้ตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งจะ เห็นว่าได้มีการเริ่มต้นวิจัยในด้านการควบคุม ป้องกัน แก้ไข ซึ่งเริ่มในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 จากนั้นจึงมีการ วิจัยเพื่อพิสูจน์ยืนยันผลกระทบ การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อสภาพปัญหาและด้านการส่งเสริม สนับสนุนการจัดการ ตามลำดับ โดยจากแนวโน้มจำนวนงานวิจัย โดยเฉพาะในด้านการพิสูจน์ยืนยันผล กระทบนั้น มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามแผนพัฒนาฯ ในลำดับถัดมาตามลำดับ ในส่วนของการควบคุมป้องกัน และการส่งเสริมสนับสนุนการจัดการนั้น ได้เริ่มมีการให้ความสำคัญขยับขึ้นมาทำการวิจัยอย่างชัดเจน และ ต่อเนื่อง นับตั้งแต่ช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งทั้งหมดนี้จะบ่งชี้ให้เห็นถึงการตอบ สอนงต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ภายใต้แผนพัฒนาฉบับต่าง ๆ อย่างชัดเจน

ตารางที่ 3 ปริมาณงานวิจัยด้านมลพิษทางเสียงจำแนกตามประเด็นหลักด้านการบริหารจัดการและช่วงเวลา (อิงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ)

ช่วงเวลาของแผน พัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6	ฉบับที่ 7	ฉบับที่ 8	ไม่ระบุ	รวม
การพิสูจน์ผลกระทบ	-	-	2	8	8	10	27	13	4	72
การวิเคราะห์เหตุปัจจัย	-	-	-	1	1	2	1	3	-	8
การควบคุม	1	-	-	5	8	13	26	29	3	85
การสนับสนุนการจัด การ(กระบวนการทาง การศึกษา)	-	-	-	2	3	4	5	4	-	18

หมายเหตุ : ปรากฏตัวเลขงานวิจัยจากวิทยานิพนธ์ รายงานวิจัย และบทความวิจัยจากวารสาร

3. การตอบสนองของงานวิจัยด้านกลุ่มปัญหาหลัก

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยจากแหล่งข้อมูลวิทยานิพนธ์ รายงานวิจัยและบทความวิจัยจาก เอกสารทางวิชาการจำนวนรวม 164 รายการ ได้แจกแจงกลุ่มปัญหาหลักด้านมลพิษทางเสียงซึ่งประกอบด้วย การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่น ๆ ในชุมชนนั้น ได้มีการเริ่มต้นศึกษาวิจัยในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 3 และได้มีการทำการวิจัยเป็นระยะ ๆ มาโดยตลอดจนกระทั่งปัจจุบัน แต่หากพิจารณาในเชิงเปรียบ เทียบจะเห็นได้ว่า การวิจัยได้นับหนักไปที่แหล่งปัญหามลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อประชาชน และเป็นแหล่งที่มีการขยายตัวของปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ การจราจรและโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้การ

กระดาษของปริมาณงานวิจัยได้วางชี้ถึงแนวโน้มในการให้ความสนใจ หรือการให้ความสำคัญในกลุ่มปัญหาดังกล่าวในส่วนใหญ่มุ่งและเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ นับว่าเป็นการตอบรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในเชิงการวิจัยกลุ่มปัญหาได้ค่อนข้างถูกต้องตรงตามความเป็นจริง

ตารางที่ 4 จำนวนงานวิจัยที่มีเป้าหมายค้นหาค้นเฉพาะเจาะจงกลุ่มปัญหาหลักด้านมลพิษทางเสียง
(จากแหล่งข้อมูลวิทยานิพนธ์ รายงานวิจัย และบทความการวิจัยในวารสาร จำนวนรวม 164 รายการ)

ช่วงปี พ.ศ. แบ่งตามช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	การจราจร I (II, III, IV)*	โรงงานอุตสาหกรรม	ชุมชน โดยทั่วไป
ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2504-2509)	-	-	-
ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2510-2514)	-	-	-
ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2515-2519)	-	-	1
ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520-2524)	4 (3,0,1)	2	2
ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529)	5 (4,0,1)	6	4
ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534)	6 (4,2,0)	9	4
ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539)	19 (15,3,2)	18	5
ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544)	16 (13,1,2)	5	9
ไม่ระบุช่วงเวลา	1 (1,0,0)	2	2
รวม	51 (40,6,6)	42	27

หมายเหตุ : * I (II,III,IV) หมายถึง จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (การจราจรทางบก, การจราจรน้ำ, การจราจรทางอากาศ)

การวิเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้

การวิเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้จะพิจารณาจากข้อมูลการวิจัยจากแหล่งข้อมูลวิทยานิพนธ์รายงานการวิจัย และบทความวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร จำนวนรวม 164 รายการ โดยจำแนกวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ความครอบคลุมประเด็นด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียงโดยรวม

จากตารางที่ 5 ซึ่งแสดงการแจกแจงปริมาณงานวิจัยตามประเด็นสำคัญในการจัดการมลพิษทางเสียงจากงานวิจัยรวม 164 รายการ จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่ครอบคลุมทั้งมลพิษทางเสียงในสิ่งแวดล้อม

(Environmental Noise) และมลพิษทางเสียงในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (Occupational Health & Safety) ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ได้เน้นไปที่การควบคุม ป้องกัน แก้ไข เป็นหลัก โดยในด้านการค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อการเกิดสภาพปัญหา ซึ่งบอกถึงแก่นหรือสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดปัญหาคลับเป็นประเด็นที่มีจำนวนงานวิจัยต่ำที่สุดอันอาจเป็นเหตุทำให้องค์ความรู้ที่มีอยู่ไม่ครอบคลุมต่อเหตุปัจจัยทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ควรถ่วงเพียงพอนำไปสู่การวางมาตรการ และวิธีการควบคุมป้องกันแก้ไขแบบบูรณาการได้ซึ่งได้แก่ เหตุปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และพื้นฐานด้านพฤติกรรมของชุมชน เป็นต้น ทั้งนี้เห็นได้จากสถานการณ์เหตุเค็ดร็อกนร่าคาญอันเนื่องจากมลพิษทางเสียง ยังคงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ กรณีนี้ สำนักอนามัย (2543) ได้ขึ้นชันถึงปริมาณ เหตุเค็ดร็อกนร่าคาญจากเสียงรบกวนในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ.2538, 2541, 2542 ที่พบว่ามีจำนวน 859,930 และ 1237 รายตามลำดับ ซึ่งประเด็นดังกล่าวข้างต้นน่าจะเป็นแนวทางในการนำไปสู่การทบทวนและการประเมินถึงควมสัมฤทธิ์ผลของกระบวนการที่ใช้ในการบริหารจัดการในด้านความสอดคล้องระหว่างทิศทางหรือกระบวนการในการแก้ไขปัญห ักสาเหตุและปัจจัยส่งผลที่แท้จริงของปัญหา เพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการให้เกิดความสมบูรณ์ต่อไป

ประเด็นงานวิจัยสำคัญอีกประเด็นหนึ่งได้แก่ การวิจัยเพื่อสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการด้านการศึกษา การวัดความรู้และการถ่ายทอดความรู้ เป็นส่วนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งส่วนหนึ่ง เนื่องจากนโยบายการจัดการมลพิษทางเสียงระดับประเทศได้มุ่งเน้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชน ดังนั้นการวิจัยในส่วนนี้จึงเป็นการเตรียมประชาชน เพื่อรองรับบทบาทการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการมลพิษทางเสียงได้อย่างเต็มรูปแบบซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม ได้พบว่า การวิจัยส่วนนี้ยังขาดความครอบคลุมในด้านกลุ่มเป้าหมายและเนื้อหาสาระทางวิชาการด้านมลพิษทางเสียงที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มเป้าหมาย จึงมีความจำเป็นต้องขยายการวิจัยในส่วนนี้โดยเร่งด่วน

ตารางที่ 5 การแจกแจงปริมาณงานวิจัยตามประเด็นสำคัญด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง

(จากแหล่งข้อมูลวิทยานิพนธ์ รายงานวิจัย และ บทความงานวิจัยจากวารสาร จำนวนรวม 164 รายการ)

ประเด็นการวิจัย	จำนวนงานวิจัย I (II, III)*
1. การพิสูจน์ผลกระทบ และระดับอันตราย	72 (44, 32)
2. การค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อการเกิดสภาพปัญหา	8 (1, 7)
3. การควบคุม ป้องกัน และแก้ไข	85 (63, 32)
4. การสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการด้านการศึกษา การวัดความรู้ และการถ่ายทอดความรู้	18 (14, 5)

หมายเหตุ : * I (II, III) หมายถึง จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (จำนวนชิ้นงานด้าน Environmental Noise, จำนวนชิ้นงานด้าน Occupational Health and Safety)

นอกจากนี้ในด้านการควบคุมป้องกัน ซึ่งเป็นประเด็นที่มีปริมาณงานวิจัยสูงศุนัยจากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า มีทิศทางการวิจัยกระจายอยู่ในส่วนของการกำหนดมาตรการและแนวทางการจัดการ การพัฒนาด้านซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ซึ่งจากการพิจารณาข้อมูลในรายละเอียดจะสามารถวิเคราะห์เป็นประเด็น ๆ ได้ดังนี้

- งานวิจัยเพื่อกำหนดมาตรการ และแนวทางการจัดการได้กระจายอยู่ใน 3 ส่วนคือ การกำหนดวิธีทางปฏิบัติ การหาเหตุปัจจัยส่งผลหรือเป็นปัญหาต่อการดำเนินการควบคุมป้องกันแก้ไข การวิจัยเพื่อกำหนดกฎหมายและค่ามาตรฐาน โดยในส่วนการวิจัยเพื่อกำหนดกฎหมายและค่ามาตรฐานนั้นมีจำนวนปริมาณงานวิจัยน้อยมากโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับแนวนโยบายระดับประเทศที่กำหนดให้มีการออกค่ามาตรฐานเพื่อควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ โดยครอบคลุม ซึ่งทำให้เป็นช่องว่างขององค์ความรู้ที่จะต้องมีการเร่งพัฒนางานวิจัยเพื่อรองรับต่อการออกกฎหมายและค่ามาตรฐานต่าง ๆ ดังกล่าวเพื่อให้เกิดความสัมฤทธิ์ผลในการบังคับใช้สูงสุด

- การพัฒนา Software สำหรับการควบคุมป้องกัน เป็นส่วนของงานวิจัยที่มีจำนวนชิ้นงานหรือผลงานมากที่สุด โดยกระจายอยู่ในส่วนของการทำนายและคาดประมาณการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคตรวจวัดและเฝ้าระวัง ตลอดจนการวิจัยด้านการสนับสนุนการดำเนินงานและการปฏิบัติในการควบคุมป้องกันโดยทั่วไป เพื่อให้การควบคุมป้องกัน แก้ไข เกิดความสะดวกและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยเพื่อทำนายหรือคาดประมาณขึ้นพื้นฐานคือ การทำนายค่าระดับเสี่ยงจากแหล่งกำเนิดในสถานการณ์ต่าง ๆ เท่านั้น ส่วนการพัฒนา Software เพื่อพัฒนาการควบคุมป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงโดยตรงต่อความต้องการด้านการจัดการมลพิษทางเสียงอื่น ๆ มีอยู่น้อยมาก ซึ่งได้แก่ การคาดประมาณความสูญเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้น การวิจัยเพื่อคาดประมาณประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการควบคุมป้องกัน การพัฒนาด้านการเฝ้าระวังแหล่งมลพิษทางเสียงต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อสภาพสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์และสังคม โดยครอบคลุม เป็นต้น

- การพัฒนา Hardware สำหรับการควบคุมป้องกัน เป็นส่วนงานวิจัยที่มีอยู่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการควบคุมป้องกันใน 2 ส่วนแรก โดยการพัฒนาด้าน Hardware ได้มีการกระจายครอบคลุมเนื้อหาในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อลดระดับเสี่ยงเป็นหลัก โดยมีการกระจุกตัวของงานวิจัยในส่วนของการ Passive Control ซึ่งได้แก่การพัฒนาออกแบบวัสดุ วัสดุและอุปกรณ์เพื่อลดระดับเสี่ยง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาโดยรวมจะเห็นว่า ขาดการวิจัยเพื่อนำผลงานวิจัยดังกล่าวไปใช้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้การวิจัยเพื่อพัฒนา Hardware ด้านอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการพึ่งพิงตนเองในระดับประเทศยังคงเป็นสิ่งที่ขาดแคลน ซึ่งได้แก่ การพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ ด้านการตรวจวัดที่มีประสิทธิภาพเพื่อประโยชน์ด้านการลดการพึ่งพิงต่างประเทศ เป็นต้น

ตารางที่ 6 การแจกแจงประเด็นสำคัญของงานวิจัย (จากจำนวนงานวิจัยรวม 164 รายการ)

ประเด็นการวิจัย	จำนวน I (II, III) *
1. การพิสูจน์ผลกระทบ และระดับอันตราย	72 (44,32)
2. การค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อสภาพปัญหา	8 (1,7)
3. การควบคุม ป้องกัน และแก้ไข	85 (63,32)
3.1 การกำหนดมาตรการและแนวทางการจัดการ	27 (15,15)
3.1.1 การกำหนดแนวทางการปฏิบัติ	10 (7,4)
3.1.2 การหาเหตุปัจจัยส่งผลต่อการดำเนินการควบคุม ป้องกัน แก้ไข	14 (6,8)
3.1.3 การกำหนดกฎหมาย และค่ามาตรฐาน	3 (2,1)
3.2 การพัฒนาด้าน Soft ware สำหรับการควบคุมป้องกัน	40 (25,15)
3.2.1 การทำนายและการคาดประมาณ	20 (16,4)
3.2.1.1 การคาดประมาณระดับเสียง	12 (12,0)
3.2.1.2 การคาดประมาณความสูญเสีย และผลกระทบ	6 (3,3)
3.2.1.3 การคาดประมาณเพื่อผลการควบคุมป้องกัน	2 (1,1)
3.2.2 การพัฒนาเทคนิควิธีตรวจวัด และเฝ้าระวัง	5 (5,0)
3.2.2.1 การลดระยะเวลาการตรวจวัด	5 (5,0)
3.2.3 การสนับสนุนการดำเนินงาน และการปฏิบัติในการควบคุมป้องกันโดยทั่วไป	15 (4,11)
3.3 การพัฒนา Hard ware สำหรับการควบคุมป้องกัน	23 (23,4)
3.3.1 การพัฒนา Hard were ด้านการลดระดับเสียง	21 (21,4)
3.3.1.1 Passive Control การพัฒนาและออกแบบวัสดุ วัตถุ และอุปกรณ์เพื่อลดระดับเสียง	18 (18,3)
3.3.1.2 Active Control การใช้ระบบคลื่นหักล้าง	3 (3,1)
3.3.2 การพัฒนา Hard ware ด้านการตรวจวัด	2 (2,0)
4. การสนับสนุนการจัดการด้านกระบวนการทางการศึกษา (ด้านการศึกษา การวัดความรู้ และการถ่ายทอดความรู้)	18 (13,5)

หมายเหตุ : * I (II, III, IV) หมายถึง จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (จำนวนชิ้นงานด้าน Environmental Noise, จำนวนชิ้นงานด้าน Occupational Health and Safety)

2. การวิเคราะห์อันเนื่องการใช้เทคนิคการควบคุมป้องกัน

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าหากทำการจำแนกงานวิจัยด้านการควบคุมออกตาม การควบคุมที่แหล่งกำเนิดมลพิษ (Source) เส้นทางผ่าน (Pathway) ผู้ได้รับผลกระทบ (Receptor) และการใช้ระบบการจัดการ พบว่างานวิจัยได้เน้นไปที่ การควบคุมป้องกันเส้นทางผ่าน (Pathway) เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาคือ ควบคุมที่ผู้ได้รับผลกระทบ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด และ การใช้เทคนิคการบริหารจัดการตามลำดับ ในส่วนนี้ควรขยายผลการวิจัยในทุกด้าน โดยเฉพาะการวิจัยด้านการควบคุมป้องกัน ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งถือได้ว่าเป็นการแก้ไขที่ต้นเหตุของปัญหามลพิษทางเสียงที่สำคัญประการหนึ่ง และการให้ความสำคัญในด้านระบบการจัดการ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายน้อย

ตารางที่ 7 การจำแนกวิจัยตามชนิดของการควบคุมและช่วงเวลา (อิงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากการสำรวจงานวิจัย จำนวนรวม 164 รายการ)

ช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	Source	Pathway	Receptor	การใช้ระบบการจัดการ
ฉบับที่ 1	1	-	-	-
ฉบับที่ 2	-	-	-	-
ฉบับที่ 3	-	-	-	-
ฉบับที่ 4	3	5	2	1
ฉบับที่ 5	3	4	6	3
ฉบับที่ 6	3	6	6	6
ฉบับที่ 7	9	12	17	6
ฉบับที่ 8	16	16	10	6
ไม่ระบุช่วงเวลา	1	2	1	2
รวม	36	45	42	24

3. การวิเคราะห์การกระจายของงานวิจัยแยกตามกลุ่มปัญหาหลักด้านมลพิษทางเสียง

จากตารางที่ 4 และ 8 จะเห็นว่า กลุ่มปัญหาหลักที่อยู่ในขอบเขตการศึกษา คือ การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเสียงอื่น ๆ จากกิจกรรมในชุมชนนั้น ได้มีแนวโน้มการกระจายของเนื้อหาที่สอดคล้องกับการบริหารจัดการมลพิษทางเสียงโดยรวม โดยการวิจัยทางด้านการจราจร และ โรงงานอุตสาหกรรม ได้เน้นการวิจัยในส่วนของการควบคุม แก้ไข ป้องกัน เป็นหลัก ส่วนแหล่งเสียงอื่น ๆ ในชุมชนนั้นส่วนใหญ่มุ่งเน้นการ

สำรวจยืนยันผลกระทบและระดับอันตราย ซึ่งสามารถวิเคราะห์แจกแจงประเด็นสำคัญที่เป็นช่องว่างขององค์ความรู้ในเชิงการบริหารจัดการโดยสรุปได้ดังนี้

- พบว่าการวิจัยด้านการค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลหรือปัจจัยร่วมต่อการเกิดสภาพปัญหา การวิจัยเพื่อรองรับการออกกฎหมายและมาตรฐาน การวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิควิธีในการตรวจวัดที่เหมาะสม และการพัฒนา Hardware ด้านการตรวจวัดเป็นส่วนองงานวิจัยที่ขาดแคลนในทั้ง 3 กลุ่มปัญหาหลัก

- การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการการสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการทางการศึกษา ทั้งในด้านถ่ายทอดความรู้ และการวัดระดับความรู้ ยังคงต้องได้รับการขยายผลการวิจัยให้เกิดความครอบคลุม โดยเฉพาะแหล่งมลพิษทางเสียงอื่น ๆ ในชุมชน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการเตรียมประชาชนเพื่อเข้ามามีส่วนร่วมกระบวนการบริหารจัดการ นอกจากนี้หากพิจารณาในส่วนของการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแหล่งเสียงอื่น ๆ ในชุมชนนั้น จะพบว่ายังขาดประเด็นการวิจัยที่สำคัญอื่น ๆ อาทิ การวิจัยเพื่อวางแผนทางปฏิบัติในการควบคุม ป้องกัน แก้ไข ที่ชัดเจน และงานวิจัยด้านการทำนายและคาดการณ์ทั้งในด้านการทำนายระดับเสียงโดยทั่วไป การคาดการณ์ความสูญเสียและผลกระทบ และการคาดการณ์ผลการดำเนินการบริหารจัดการ เป็นต้น

ตารางที่ 8 การจำแนกงานวิจัยของกลุ่มปัญหาหลักตามประเด็นด้านการจัดการมลพิษทางเสียง
(จากการสำรวจงานวิจัย จำนวนรวม 164 รายการ)

ประเด็นการวิจัย	จำนวนชิ้นงาน		
	การจราจร I(II,III,VI)*	โรงงาน V(VI,VII)**	ชุมชน
1. การพิสูจน์ผลกระทบ และระดับอันตราย	24(17,5,3)	23(15,9)	16
2. การค้นหาสาเหตุและปัจจัยส่งผลต่อการเกิดสภาพปัญหา	2(2,0,0)	4(4,0)	0
3. การควบคุม ป้องกัน และแก้ไข	33(27,4,4)	24(14,10)	10
3.1 การวางมาตรการและแนวทางการจัดการ	7(5,0,4)	11(7,4)	4
3.1.1 การวางแผนทางการปฏิบัติ	4(0,0,4)	5(3,2)	2
3.1.2 การหาเหตุปัจจัยส่งผลต่อการดำเนินการควบคุม ป้องกัน แก้ไข	5(5,0,0)	6(5,1)	1
3.1.3 การวิเคราะห์หรือกำหนดกฎหมาย และค่ามาตรฐาน	0	1(0,1)	0
3.2 การพัฒนาด้าน Soft ware สำหรับการควบคุมป้องกัน	20(17,3,0)	14(8,6)	5
3.2.1 การทำนายและการคาดประมาณ	14(13,1,0)	5(4,1)	0
3.2.1.1 การคาดประมาณระดับเสียง	10(9,1,0)	1(0,1)	0
3.2.1.2 การคาดประมาณความสูญเสีย และผลกระทบ	3(3,0,0)	3(3,0)	0
3.2.1.3 การคาดประมาณเพื่อประมวลผลการควบคุมป้องกัน	1(1,0,0)	1(1,0)	0
3.2.2 การพัฒนาเทคนิควิธีตรวจวัด และเฝ้าระวัง	3(1,2,0)	1(1,0)	3
3.2.2.1 การลดระยะเวลาการตรวจวัดและตรวจสอบ	3(1,2,0)	0	2
3.2.2.2 การลดความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด	0	1(1,0)	1
3.2.3 การสนับสนุนการดำเนินงาน และการปฏิบัติในการควบคุมป้องกัน	2(2,0,0)	8(3,5)	2
3.3 การพัฒนา Hard ware สำหรับการควบคุมป้องกัน	6(5,1,0)	0	1
3.3.1 การพัฒนา Hard ware ด้านการลดระดับเสียง	5(4,1,0)	0	0
3.3.1.1 Passive Control การพัฒนาและออกแบบวัสดุ วัตถุและอุปกรณ์ เพื่อลดระดับเสียง	5(4,1,0)	0	0
3.3.1.2 Active Control การใช้ระบบคลื่นหักล้าง	0	0	0
3.3.2 การพัฒนา Hard ware ด้านการตรวจวัด	1(1,0,0)	0	1
4. การสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการทางการศึกษาและการสำรวจองค์ความรู้ (ด้านการรวบรวมความรู้ศึกษาการวัดความรู้ และการถ่ายทอดความรู้)	4(3,1,0)	3(2,1)	0

หมายเหตุ * II,III,IV หมายถึง จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (การจราจรทางบก, ทางน้ำ, ทางอากาศ)
** V(VI,VII) หมายถึง จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ภายนอก โรงงาน, ภายใน โรงงาน)

4. การวิเคราะห์การใช้กฎหมาย และมาตรฐาน ด้านมลพิษทางเสียง

จากตารางที่ 9 จะเห็นว่า งานวิจัยส่วนหนึ่งซึ่งครอบคลุมในส่วนของการศึกษาวิจัยประเด็นหลักด้านมลพิษทางเสียง ได้มีการหยิบยกกฎหมาย ค่ามาตรฐานด้านมลพิษทางเสียง มาใช้ในการอ้างอิง ประกอบการพิสูจน์ยืนยันในงานวิจัย ซึ่งมีทั้งกฎหมาย มาตรฐานที่เป็นของไทย และของต่างประเทศ ทั้งนี้แม้ส่วนใหญ่ของงานวิจัยได้อ้างอิงการใช้กฎหมาย และมาตรฐานของไทยเป็นหลักก็ตาม แต่ยังคงมีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่เลือกใช้กฎหมาย และมาตรฐานจากต่างประเทศ ซึ่งหากพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ในเบื้องต้น อาจชี้ให้เห็นถึงแง่มุมบางประการในด้านที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายของประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน อันเป็นไปได้ถึงช่องว่าง หรือระดับความเข้มข้นความชัดเจน ความครอบคลุมและความเหมาะสมของกฎหมายและมาตรฐาน ซึ่งสมควรได้รับการพัฒนางานวิจัยเพื่อสนับสนุนการออกมาตรฐานและกฎหมายด้านการควบคุมมลพิษทางเสียงให้เกิดความเหมาะสมชัดเจน หรือสมบูรณ์ในประเด็นดังกล่าวต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 9 การแจกแจงงานวิจัยด้านมลพิษทางเสียงตามแหล่งที่มาของกฎหมาย และมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัย (จากการสำรวจงานวิจัย จำนวนรวม 164 รายการ)

กิจกรรม		การใช้กฎหมาย ในประเทศ	การใช้กฎหมาย ต่างประเทศ	ไม่ระบุ	รวม
แหล่งชุมชน		5	9	0	14
แหล่งเสียงจากการจราจร		11	8	3	22
แหล่งอุตสาหกรรม	อาชีวอนามัย	9	5	2	16
	ทั่วไป	-	-	-	-
อื่น ๆ		3	2	0	5
รวม		28	24	5	

5. การวิเคราะห์ด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน

จากตารางที่ 10 จะเห็นว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการมลพิษทางเสียงโดยผ่านการวิจัยนี้เกือบทั้งหมด แสดงบทบาทในด้านการเป็นกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยเท่านั้น ทั้ง ๆ ที่ประชาชนสามารถมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น หรือนำบทบาทในด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียงได้อย่างกว้างขวาง อาทิ ในการเป็นผู้กำหนดแผนการถูกกำหนดให้ดำเนินการไปตามมาตรการ หรือเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่ใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความขาดการผลักดันในส่วนนี้อย่างชัดเจน จึงควรขยายผลงานวิจัยในด้านการพัฒนาให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการมลพิษทางเสียงเต็มรูปแบบโดยเร่งด่วน ซึ่งจะเป็นการสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2550-2554) รวมทั้งสิทธิอันพึงมีตามรัฐธรรมนูญกับโจอาอันและนโยบายหลักในการจัดการมลพิษทางเสียงระดับประเทศ

ตารางที่ 10 การแจกแจงงานวิจัยตามลักษณะการมีส่วนร่วมของประชาชน ตามช่วงเวลา

(เชิงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากการสำรวจงานวิจัย จำนวนรวม 164 รายการ)

ช่วงเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	ลักษณะการมีส่วนร่วมของประชาชน		รวม
	กลุ่มตัวอย่าง	การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา	
แผน ฯ 1	-	-	-
แผน ฯ 2	-	-	-
แผน ฯ 3	-	-	-
แผน ฯ 4	6	1	7
แผน ฯ 5	10	-	10
แผน ฯ 6	12	-	12
แผน ฯ 7	24	-	24
แผน ฯ 8	15	2	17
รวม	69	3	72

สรุปทิศทางการวิจัย

จากการวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างองค์ความรู้ สามารถวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยที่ควรเร่งรัดในเบื้องต้น โดยสรุปได้ดังนี้

- การพัฒนางานวิจัยด้านการค้นหาเหตุปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการเกิดขึ้นของมลพิษทางเสียง และเหตุปัจจัยอันเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการจัดการมลพิษทางเสียง
- การพัฒนางานวิจัยในด้านการเฝ้าระวังตรวจสอบทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
- การวิจัยพัฒนาฮาร์ดแวร์ ด้านการในการควบคุมป้องกันมลพิษทางเสียงจากแหล่งเสียงที่สำคัญต่าง ๆ ทั้งในส่วนของ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (Source) เส้นทาง (Pathway) ที่ผ่านและผู้รับ (Receptor) โดยพิจารณาบนพื้นฐานแนวคิดด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นประเด็นสำคัญ
- การพัฒนางานวิจัยเพื่อผลักดันผลงานการวิจัยทางด้านฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ อาทิ อุปกรณ์ลดเสียงทั้งจาก แหล่งกำเนิด และเส้นทางผ่านให้เกิดการนำไปใช้จริงได้อย่างเป็นรูปธรรม
- การวิจัยเพื่อรองรับการออกมาตรฐานและกฎหมายรวมถึงการประเมินและพัฒนากฎหมายและมาตรฐานด้านมลพิษทางเสียงของประเทศไทยให้มีความเหมาะสม และครอบคลุมการใช้งานด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน
- การวิจัยด้านติดตามประเมินความสัมฤทธิ์ผลของแผนการดำเนินการควบคุมและบริหารจัดการ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการสนับสนุนการจัดการด้วยกระบวนการทางการศึกษา เพื่อเป็นการเตรียมประชาชนให้สามารถมีความรู้ ความเข้าใจในด้านอันตรายระบบการจัดการ และการมีส่วนร่วมในการดำเนินการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง
- การวิจัยเพื่อรองรับและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่นด้านการบริหารจัดการมลพิษทางเสียง โดยเฉพาะการสนับสนุนบทบาทในด้านการกำหนดแนวนโยบาย มาตรการ และการมีส่วนร่วมในการดำเนินการที่ตรงต่อความต้องการ และมีความเหมาะสมในแต่ละท้องถิ่นหรือพื้นที่

เอกสารแนะนำด้านการจัดการมลพิษทางเสียง

รายการที่ 1

ส่วนที่ 1 : ตัวเล่มหนังสือ

ชื่อหนังสือ (Book Title) การจัดการมลพิษทางเสียง และความสั่นสะเทือน

ภาษา (Language) ไทย/Thai

ผู้แต่ง/ บรรณาธิการ/ผู้แปล (Author/Editor/Translator or Reviser)

ผู้แต่ง /Author : ประธาน อารีพล

พิมพ์ครั้งที่ (Edition) 1

จำนวนหน้า (Page) 89

ปีที่พิมพ์ (Year) 2541

เมืองที่พิมพ์ (City) นนทบุรี

ISBN ISBN 974-7557-26-7

แหล่งที่ค้นคว้า (Source) ห้องสมุด ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)1-02-00

คำสำคัญ (Keyword) มลพิษทางเสียง(Noise Pollution)

ความสั่นสะเทือน(Vibration)

สรุปเนื้อหา (Annotation/Summary/Abstract)

ส่วนที่ 2 : บทความหรือบทในหนังสือ

ชื่อบทความในหนังสือ (Article Title in Book)

การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน

ภาษา (Language) ไทย/Thai

ผู้แต่ง/ บรรณาธิการ/ผู้แปล (Author/Editor/Translator or Reviser)

ผู้แต่ง/Author : ประธาน อารีพล

จากหน้าถึงหน้า (From-to Page) 7 - 89

แหล่งที่ค้นคว้า (Source) ห้องสมุด ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)1-02-00

1-02-02

1-02-03

1-02-04

รายการที่ 2

ส่วนที่ 1 : ตัวเล่มหนังสือ

ชื่อหนังสือ (Book Title)	คู่มือวัดเสียงรบกวน
ภาษา (Language)	ไทย/Thai
ผู้แต่ง/ บรรณาธิการ/ผู้แปล (Author/Editor/Translator or Reviser)	
ผู้แต่ง /Author	กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ
พิมพ์ครั้งที่ (Edition)	1
จำนวนหน้า (Page)	37
ปีที่พิมพ์ (Year)	2543
เมืองที่พิมพ์ (City)	-
ISBN	-
แหล่งที่ค้นคว้า (Source)	กรมควบคุมมลพิษ
หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)	I-02-0101
คำสำคัญ (Keyword)	ระดับเสียง/การตรวจวัดเสียง (Sound Level and Measurement)
สรุปเนื้อหา (Annotation/Summary/Abstract)	

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้จัดทำคู่มือการตรวจวัดเสียงรบกวน เพื่อให้เจ้าหน้าที่และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ประกอบการปฏิบัติงาน ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเสียงรบกวน และสามารถประกอบการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านเสียงรบกวนได้

คู่มือฉบับนี้ จะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน การคำนวณค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวนและค่าระดับการรบกวน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถดำเนินการได้ถูกต้องและเป็นธรรมต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทุกส่วน ซึ่งเป็นการป้องกันข้อผิดพลาดจากตัวบุคคลที่อาจเกิดขึ้นจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตามกฎหมายดังกล่าว

โดยส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานเสียงรบกวน

ส่วนที่ 3 การเตรียมการในการตรวจวัดระดับเสียง

ส่วนที่ 4 การตรวจวัดระดับเสียงและการวิเคราะห์ผล

ส่วนที่ 5 การบันทึกข้อมูล

ส่วนที่ 6 เป็นภาคผนวก ที่มีเนื้อหาในเรื่องของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยส่วนบุคคล ตัวอย่างแบบบันทึกผลการตรวจวัดระดับเสียง และตัวอย่างการตรวจวัดระดับเสียง การวิเคราะห์ และประเมินผล

ส่วนที่ 7 แบบขอร้องเรียนเกี่ยวกับเสียงรบกวน

รายการที่ 3

ส่วนที่ 1 : ตัวเอนหนังสือ

ชื่อหนังสือ (Book Title)	สรุปผลการสัมมนา เรื่อง ผลกระทบและการจัดการสิ่งแวดล้อมโครงการสนามบินพาณิชย์
ภาษา (Language)	ไทย/Thai
ผู้แต่ง/ บรรณาธิการ/ผู้แปล (Author/Editor/Translator or Reviser)	
ผู้แต่ง /Author	ฝ่ายคมนาคมและขนส่ง กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
พิมพ์ครั้งที่ (Edition)	-
จำนวนหน้า (Page)	-
ปีที่พิมพ์ (Year)	2534
เมืองที่พิมพ์ (City)	-
ISBN	ISBN 974-7570-88-2
แหล่งที่ค้นคว้า (Source)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)	3-01-01 3-08-12
คำสำคัญ (Keyword)	การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management) สนามบิน (Airport)

สรุปเนื้อหา (Annotation/Summary/Abstract)

เอกสารฉบับนี้เป็นการศึกษาผลกระทบและการจัดการสิ่งแวดล้อมโครงการสนามบินพาณิชย์ ซึ่งกล่าวถึงปัญหาเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากเครื่องบิน โดยการตรวจวัดระดับเสียงที่เกิดขึ้น เพื่อหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทางเสียง และหามาตรการป้องกัน ลด และแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจากโครงการสนามบิน ซึ่งได้กล่าวถึงตั้งแต่การเลือกพื้นที่ตั้งสนามบิน มาตรการในการลดเสียงจากแหล่งกำเนิด ได้แก่ การปรับปรุงอุปกรณ์การบิน การส่งเสริมให้มีการลดเสียงในระบบปฏิบัติการบิน การปรับเปลี่ยนความถี่ของเที่ยวบินและการควบคุมเวลาปฏิบัติการ มาตรการควบคุมการใช้ที่ดิน ภายหลังโครงการสนามบินเปิดดำเนินการแล้ว การหาแนวทางในการป้องกันและลดผลกระทบเสียงด้านรบกวนจากสนามบินเดิมที่มีอยู่แล้ว และมาตรการชดเชยความเสียหายที่เกิดจากเสียงรบกวน

ส่วนที่ 2 : บทความหรือบทในหนังสือ

ชื่อบทความในหนังสือ (Article Title in Book)

แนวทางในการศึกษามลพิษทางเสียงจากสนามบิน

ภาษา (Language)

ไทย/Thai

ผู้แต่ง / บรรณาธิการ / ผู้แปล (Author / Editor / Translator or Reviser)

ผู้แต่ง (Author) สนธิ คชวัฒน์

ฐานข้อมูล CD-ROM (CD-Rom Abstract)

จากหน้าถึงหน้า (From-to page) 20

แหล่งที่ค้นคว้า (Source) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)I-02-03

3-08-12

คำสำคัญ (Key word) การป้องกันมลภาวะทางเสียง (Noise Control) สนามบิน

สรุปเนื้อหา (Annotation / Summary / Abstract)

การศึกษามลพิษทางเสียงในประเทศไทย ยังไม่มีมาตรฐานในการตรวจสอบระดับเสียงโดยรอบสนามบินยังคงใช้วิธีจากต่างประเทศ เช่น จากประเทศในทวีปยุโรป และสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ Noise Exposure Forecast (NEF) ซึ่งมีวิธีการในการหาค่า NEF 2 วิธี คือ วิธีของ ISO (International Standard Organization) และวิธีของ FAR (Federal Aviation Regulations Part 36) ในการตรวจวัดควรพิจารณาชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบโครงการ โดยเฉพาะบริเวณที่ไวต่อการได้รับผลกระทบด้านเสียง ควรใช้เวลาตรวจวัดอย่างน้อย 3 วัน และควรเป็นช่วงฤดูท่องเที่ยวที่มีการบินอย่างสม่ำเสมอ และวิธีการตรวจวัดควรจะใช้วิธีการคำนวณค่าเสียงรบกวน (NNI หรือ WECPNL) สำหรับมาตรฐานเสียงรบกวนจากเครื่องบิน ควรใช้ค่า NEF = 30 เป็นเกณฑ์ตัดสินว่าชุมชนได้รับเสียงรบกวนจากโครงการหรือไม่ และในกรณีของการติดตามตรวจสอบเสียงรบกวนในแต่ละพื้นที่ภายหลังโครงการเปิดดำเนินการแล้ว ควรใช้ค่า NNI = 40 เป็นเกณฑ์ตัดสิน

มาตรการในการป้องกันและลดผลกระทบเสียงรบกวนจากโครงการสนามบิน ควรเพิ่มตั้งแต่การเลือกพื้นที่ตั้งสนามบินโดยใช้วิธีการ NEF ตามมาตรฐาน FAR เพื่อหาพื้นที่ตั้งทางวิ่งของสนามบินให้หลีกเลี่ยงชุมชนโดยใช้ NEF = 30 และหลังจากโครงการเปิดดำเนินการแล้ว ควรมีมาตรการควบคุมการใช้ที่ดินบริเวณที่มีค่าระดับเสียง NEF > 30 เพื่อไม่ให้เป็นการเพิ่มความเสี่ยงในกรณีที่สนามบินเดิมไม่เคยมีการศึกษาผลกระทบด้านเสียงรบกวน ควรใช้วิธีการคำนวณแบบ NNI หรือ WECPNL หากมีชุมชนอยู่ในบริเวณที่ NNI > 40 สนามบินจะต้องมีมาตรการลดผลกระทบโดยลดเสียงจากแหล่งกำเนิด คือ เครื่องบิน ตามมาตรฐาน ICAO Annex 16 และหลีกเลี่ยงการบินผ่านชุมชน หรือลดปริมาณเที่ยวบิน รวมทั้งห้ามทำการบินในช่วงเวลากลางคืน เป็นต้น

รายการที่ 4

ส่วนที่ 1 : ตัวเล่มหนังสือ

ชื่อหนังสือ (Book Title) โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ
ภาษา (Language) ไทย/Thai
ผู้แต่ง/ บรรณาธิการ/ผู้แปล (Author/Editor/Translator or Reviser)
ผู้แต่ง /Author กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
พิมพ์ครั้งที่ (Edition) -
จำนวนหน้า (Page) 190
ปีที่พิมพ์ (Year) 2541
เมืองที่พิมพ์ (City) -
ISBN ISBN 974-7557-26-7
แหล่งที่ค้นคว้า (Source) กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)I-08-0103
คำสำคัญ (Keyword) เสียง ความสั่นสะเทือนและผลกระทบต่อสุขภาพ (Noise, Vibration and Health Impact)

สรุปเนื้อหา (Annotation/Summary/Abstract)

หนังสือเล่มนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบข้อมูลผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ต่อสุขภาพ เพื่อเสนอแนะแนวทางในการกำหนดและปรับปรุงมาตรฐานระดับเสียงและความสั่นสะเทือน ทั้งด้านการรบกวนและเป็นอันตรายที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย และเพื่อกำหนดมาตรการควบคุมและแก้ไขปัญหาหมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน ตลอดจนวิธีการติดตามตรวจสอบ และประเมินผลการแก้ไขปัญหา โดยมีเนื้อหาดังนี้

บทที่ 2 การทบทวนสถานการณ์ในปัจจุบันของมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ โดยกล่าวถึงระดับเสียงจากการสำรวจในพื้นที่ทั่วไปริมเส้นทางจราจร และในสถานประกอบการ สถิติเหตุรำคาญและผู้ป่วยอันเนื่องมาจากเสียงรบกวนและความสั่นสะเทือน และสถานการณ์ปัจจุบัน

บทที่ 3 การศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ ในผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากมลพิษดังกล่าว

บทที่ 4 กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนของประเทศไทยและต่างประเทศ

บทที่ 5 การเสนอแนะแนวทางในการกำหนดและปรับปรุงมาตรฐานด้านเสียงและความสั่นสะเทือน

บทที่ 6 มาตรการควบคุมและแก้ไขปัญหาหมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน และวิธีการติดตามตรวจสอบและประเมินผลการแก้ไขปัญหา

และบทที่ 7 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

รายการที่ 5

ชื่องานวิจัย (Research title) : โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบเฝ้าระวังสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมในโรงงานที่มีมลพิษทางเสียง

ภาษา (Language) ไทย/Thai

ผู้แต่ง / บรรณาธิการ / ผู้แปล (Author / Editor / Translator or Reviser)

ผู้แต่ง (Author) สราวุธ สุธรรมมาสา, จักรกฤษณ์ ศิวะเคชาเทพ, สุดาว เลิศวิสุทธไพญญ์ และอุษา ถนอมสิงห์

ประเทศ (Country) ไทย

ปีที่พิมพ์ (Year) -

ISBN -

แหล่งที่ค้นคว้า (Source) สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข

หมวดหมู่หัวเรื่อง(Category)1-02-0202

1-08-02

คำสำคัญ (Key word) มลภาวะทางเสียงจากอุตสาหกรรม (Noise Pollution from Industry) โครงการอนุรักษ์การได้ยิน อาชีวอนามัย/ความปลอดภัยในการทำงาน

สรุปเนื้อหา (Annotation / Summary / Abstract)

โครงการวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยเฉพาะสถานประกอบการที่เป็นภาคอุตสาหกรรมการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนสถานการณ์เฝ้าระวังสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางเสียง และเพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบเฝ้าระวังสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางเสียง ซึ่งรูปแบบของการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทบทวนองค์ความรู้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ สถานการณ์มลพิษทางเสียงจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย กฎหมายและมาตรฐานเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรม เทคนิคการวัดเสียง มาตรฐานการประเมินการสัมผัสเสียงดัง เทคนิคการตรวจการได้ยิน มาตรฐานการประเมินค่าจากผลการตรวจการได้ยิน และโครงการอนุรักษ์การได้ยิน และอีกส่วนหนึ่ง คือ การสำรวจข้อมูลการดำเนินงานเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงจากอุตสาหกรรม โดยใช้แบบสอบถามกับผู้ให้บริการการตรวจวัดเสียงและ/หรือตรวจการได้ยิน ผู้รับบริการการตรวจวัดเสียง และผู้รับบริการการตรวจการได้ยิน ซึ่งจากข้อมูลที่ได้รับจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลลัพธ์การวิจัยออกมาเป็น โครงการการอนุรักษ์การได้ยิน ในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับประเทศไทยขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท นอกจากนี้ หน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่ด้านวิชาการและ/หรือบังคับใช้กฎหมาย สามารถนำข้อเสนอโครงการดังกล่าวไปใช้ได้เช่นกัน ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานเกี่ยวกับการอนุรักษ์การได้ยินในโรงงานในประเทศไทย เป็นไปในระนาบเดียวกัน ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานเป็นอย่างยิ่ง

บรรณานุกรมวิทยานิพนธ์

- กฤติกา เลิศสวัสดิ์. (2539). การทำนายระดับเสียงจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กล้า มณีโชติ. (2541). การศึกษาระดับเสียงและระดับการได้ยินของพนักงานขับรถเคเบิลไฟฟ้าของการรถไฟแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กัณวีร์ ตระกูลแสง. (2541). ความรู้ บุคลิกภาพ ทัศนคติ ต่อการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดังของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กิตติชัย ดวงมาลย์. (2541). ประสิทธิภาพความสูงแนวขอบทางด่วนต่อการควบคุมการแผ่กระจายของเสียงตามแนวตั้งของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรี โภคผล. (2532). การหารูปแบบการเรียงตัวของต้นไม้เพื่อลดระดับความดังของเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิตติ รักษาดี. (2539). เจตคติของผู้ใช้ทางต่อการบังคับใช้มาตรการการควบคุมมลพิษทางอากาศและเสียงอันเกิดจากการใช้รถของเจ้าหน้าที่ตำรวจกองบังคับการตำรวจจราจร : ศึกษาเฉพาะในเขตสถานีตำรวจนครบาลบางนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชญวิทยาและงานยุติธรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จินตนา เลิศวิสินธุ์. (2527). ความรู้ ความตระหนัก และการปฏิบัติของตำรวจจราจรเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษทางอากาศและเสียงในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสังแวดล้อม ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จุฬารัตน์ รามสูต. (2536). การผสมผสานสาธารณสุขมูลฐานกับการบริหารโรงงานเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพของพนักงานในการป้องกันโรคจากการทำงาน กรณีศึกษา โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังและอุบัติเหตุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชัยศรี ทาราสวัสดิ์พิพัฒน์. (2539). การศึกษามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพิจารณาเสียงจากการจราจรในลักษณะการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่องของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- ชาติชาย ขมแก้ว. (2541). ความคิดเห็นต่อการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของเจ้าหน้าที่ตำรวจในเขต
บังคับการตำรวจนครบาลธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชาติชาย ธรรมครองอาคม.(2529). การสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในโรงเหล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- โชติศักดิ์ วิเศษสุรพันธ์.(2522). การคาดคะเนเสียงรบกวนจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- เกลี้ยงศักดิ์ เพ็ชรสุวรรณ.(2528). การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจร
ทางน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทองอินทร์ ศรีสำโรง.(2524). มลภาวะเสียงรบกวนจากเครื่องบินบริเวณสนามบินท่าอากาศยานกรุงเทพฯ. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนากร สุวรรณศรี. (2540). ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรจังหวัดนครปฐมต่อปัญหาและอุปสรรคของ
การบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อ่ำรุ่ง บุรณะตระกูล. (2537). การทำนายระดับเสียงเนื่องจากการจราจรในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัยนา นักรบไทย. (2534). สภาพการได้ยินของคนงานโรงงานอัดมันเม็ด ศรีราชา (การติดตามผล 4 ปี). วิทยา
นิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาความผิดปกติของการสื่อความหมาย บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิรันดร์ วิทิตอนันต์. (2535). สมรรถนะในการลดระดับความดังเสียงของวัตถุพ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- บุญชัย ศิลปกิจวงษ์กุล. (2542). สมรรถนะของเครื่องลดเสียงชนิด Helmholtz. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- บุษกร สุรรังสรรค์. (2536). แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ กับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจาก มลพิษทางเสียงของตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในพื้นที่การจราจรหนาแน่นในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปัทมดา จันทร์จิรา. (2540). ความรู้และการปฏิบัติของผู้ขับขีรถจักรยานยนต์เกี่ยวกับการป้องกันและส่งเสริมสุขภาพจากอันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศและเสียง ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประกอบ วิจิจินดา. (2540). การศึกษาและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเสียงจากการจราจรบนถนนเนื่องบนถนนสายหลักขานเมืองกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ประจักษ์ นาคศรีสุข, พ.ด.ท. (2539). ความรู้และความตระหนักของข้าราชการตำรวจชั้นประทวน ในกองบัญชาการตำรวจนครบาลที่มีต่อกฎหมายสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงและอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปราโมทย์ สัมมาทิต. (2538). การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงรบกวนอุตสาหกรรม กรณีศึกษาพนักงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์บรรจุขวด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปริยารัตน์ นาคสุวรรณ และ นิรันดร์ วิทิตอนันต์. (2537). การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อประมาณค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง. โครงการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พัชนีพร เกษตรเวทิน. (2533). สภาพการได้ยินของนักเรียนนายร้อยโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาความคิดปกติกของการสื่อความหมาย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พระพงศ์ วงษ์สมาน. (2539). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับมลพิษทางเสียงของผู้ขับขีรถจักรยานยนต์ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ไพบุลย์ แจ่มพงษ์. (2536). ความรู้ ทักษะและพฤติกรรมของผู้ขับขี่และประชาชนต่ออันตรายจากเสียงของรถสามล้อเครื่อง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภาณี พูลทวี. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเสียงที่ได้รับและความดันโลหิตในกลุ่มคนงานที่สัมผัสเสียงดัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- มานูญ เขวงเกียรติ, พ.ต.ท. (2540). ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้และความยึดเห็นของประชาชนที่ขับเรือหางยาวต่อมลพิษทางเสียง. ถ้าเกิดดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ราชสุตา จงเส็จรยา. (2542). ระบบสารสนเทศสำหรับโครงการอนุรักษ์การได้ยินของสถานประกอบการด้านอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : โครงการอนุรักษ์การได้ยินของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ราชิศร์ เล็กวานิช. (2535). ปัจจัยที่ทำให้คนงานโรงงานทอผ้าใช้หรือไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาสังคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรัญญา จิระวิบูลวรรณ. (2518). ความหนวกหูของเสียงดังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรินทร์ภา ตัฒะพงษ์พันธ์. (2530). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดเสียงของปลั๊กลดเสียงโดยใช้วัสดุที่หาง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์และความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วัฒน์ ไชยชนะ. (2531). ศึกษาความเป็นไปได้ของ FHWA Model เพื่อการคาดคะเนระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำในคลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิชัย นาคะวิโร. (2534). รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินผลกระทบของเสียงต่อการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิโรจน์ เชาว์จิรพันธุ์. (2537). การศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวมติกโดยใช้วัสดุป้องกันเสียงที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิไลลักษณ์ วงศ์สุข. (2536). การศึกษาการเสื่อมการได้ยินเนื่องจากเสียงในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีวสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย. (2541). การศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้เมื่อให้ซีเมนต์และถั่วถอยลึกไนต์เป็นสารเชื่อมประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศากุน เปรื่องวัฒน์. (2529). ประสิทธิผลของวิธีการสุขศึกษา 2 วิธีในการส่งเสริมให้คนงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดังในโรงงานใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาสุขศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- เศรษฐพงษ์ คำสุพรหม. (2529). การศึกษาเสียงรบกวนในห้องบรรยายใหญ่ ภาควิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมเกียรติ วันแก้ว. (2532). ขนาดใบและความสูงของพืชที่สัมพันธ์ต่อสมรรถนะการดูดกลืนเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชัย ศรีธัญรัตน์. (2538). การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินชั่วคราวเนื่องจากสัมผัสเสียงรบกวนอุตสาหกรรม : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- สมชาย ทองพร. (2542). การศึกษาประสิทธิภาพการลดเสียงรบกวนโดยการสร้างกำแพงกันความถี่เดิมแบบฟีดแบคคอนโทรล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิต วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย ว่องไวเมธี, ร.ต.อ.. (2536). ความรู้ ความคิดเห็นของข้าราชการตำรวจกองบังคับการตำรวจจราจรต่อกฎหมายสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องกับมลพิษทางเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สิริรัตน์ สุวนิชย์เจริญ. (2536). การคาดคะเนระดับเสียงจากการจราจรบนทางด่วนขั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สามารถ มีคำเนิน. (2530). การศึกษารูปแบบการทำนายเสียงจากทางหลวง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานามยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุณีย์ พัฒน์จรรย์. (2522). การเปรียบเทียบมโนทัศน์เกี่ยวกับมลภาวะระหว่างนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ที่เรียนวิชาชีพวิทยากับไม่เรียนวิชาชีพวิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทัศน์ สุทธิฤทธิ์. (2533). ประสิทธิภาพการลดระดับความดังของเสียงจากเศษวัสดุพืชแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนทรีย์ คำเพ็ง.(2539). ประสิทธิผลการใช้กระบวนการพยาบาลอาชีวอนามัยร่วมกับการประยุกต์ใช้การวิจัยแบบมีส่วนร่วมต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงดังในการทำงานของคนงานโรงงานสิ่งทอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุภา พุทธยานุศักดิ์. (2533). สภาพการได้ยินของนักเรียนนายเรืออากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาความคิดปกติของการสื่อความหมาย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- สุภาพ ไชยชนิตย์. (2542). ผลของโปรแกรมการส่งเสริมพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษทางเสียงของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุมาลี อยู่รุ่งเรือง. (2542). การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเครื่องตรวจวัดค่าวันค่า และค่าระดับเสียงของเครื่องยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุระศิลป์ เนตรผาบ. (2540). การสร้างชุดฝึกอบรมเรื่อง การตรวจสภาพรถ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และมลภาวะด้านอากาศ และเสียง ตามโครงการจัดตั้งสถานตรวจสภาพรถ กรมการขนส่งทางบก พุทธศักราช 2537. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรางค์รัตน์ ชัยประมุข. (2537). เสียงกับความรู้สึกถูกรบกวนของเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุวรรณี ปริชาวรรณ. (2535). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันหูของคนงานโรงงานทอผ้า จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาพยาบาลสาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- โสภณ ไกรมาก. (2540). การใช้เครื่องป้องกันอันตรายจากเสียงในการทำงานของคนงานโรงงานหินอ่อน กรณีศึกษาอำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อดิศร เหลืองไทยงาม. (2529). ความรู้และความตระหนักของพนักงานขับรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพที่มีต่อมลพิษทางเสียง. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อดิศักดิ์ นัยนาภรณ์. (2524). วัสดุที่ใช้ทำสิ่งกีดขวางสำหรับทางด่วนพิเศษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนามัย ธีรวิโรจน์ ศรีรัตน์ ส้อมพงศ์ จิตรพรรณ ภูภาคภิกข. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียงดังที่ผลกระทบต่อระดับการได้ยินของผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบการดิสโก้เทค ในเขตจังหวัดชลบุรี. โครงการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อนุกา เพ็ชรชนะ. (2538). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงและสั่นสะเทือน จากโครงการรถไฟฟ้ามหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อรอนงค์ ภาคพิขเจริญ. (2533). ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการสัมผัสเสียงดังของผู้ใช้แรงงานในโรงงานอุตสาหกรรมถาบินทร์คอนแดนเซอร์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาสาทรณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ถัควรรณิ ดินสว่าง.(2532).ความรู้และความตระหนักของพนักงานขับเรือหางยาวที่มีต่อมลพิษทางเสียงของเรือหางยาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาสังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Bannakijwajarn, R. (1989). Legal Analysis on Noise Control from Factories with give Impact at the Community. Master of Laws, Law, Chulalongkorn.
- Boonyaprapa, P. (1983). A Study of Noise Reduction Efficiency of Locally avilable Acoustical Materials. Master of Science (Environmental Health) Mahidol University.
- Chanasit, Sutep. (1988). Knowledge and Opinion the Commissioned Officers of the Police Metropolitan Bureau on Environmental Legislation Concerning on Noise and Air Pollution. Master of Arts, Environment, Mahidol University.
- Cortez-Ferrer, A. Ma.. (1992). The noise Impact of the First Expressway System. A case study in Bangkok. Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Daungrussani, D., Flt.Lt. (1999). Noise-Induced Hearing Loss Among Royal Thai Air Force Pilots. Master of Art, Mahidol University.
- Dhaumgrongartama, C. (1986). Hearing Loss of Workers in the Smith Shop. Master of Science, Environmental Science, Chulalongkorn University.
- Hosssein, K. (1979). Aircraft and Airport Noise of Bangkok International Airport (Don muang) in Thailand. Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Kantha Keawplang, C. (1991). Industrial Noise Induced Hearing Loss : A Case Study of Textile Workers. Master of Engineering Industrial Engineering Graduate School Chulalongkorn University.
- Kantha Nirmali La nkatilake. (1985). Industrial Noise Pollution Assessment. Master of Science, Asian Institute of Technology.
- Loygulnant, V. (1994). Mibration and Noise Characteristics of a Thai-made Tiller. Mater of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Majumder, B. (1994). Nibration and Noise Characteristics of a Thai-made Tiller. Mater of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Meetunnearn, S. (1987). A Study of Highway Noise Prediction Model. Master of Science (Public Health), Mahidol University.

- Mungkong, P., Pol.Capt. (1999). Knowledge and Practice Air Pollution and Noise Pollution in Bangkok : A Case Study of Sub-Inspectou Traffic Polices in Metropolitan Police Bureau. Master of Science (Environmental Education), Mahidol University.
- Naiyapakorn, A.. (1980). Materials Used as a Sound Barrier for Expressway. Master of Engineering, Civil Engineering Chulalongkorn University.
- Panjapiyakul, P. (1992). Predicted Model on Hearing loss Prevalence Among Long-Tail Motor Boat Drivers in Bangkok. Master of Science (Medical Epidemiology), Mahidol University.
- Pinijvchakarn, S. (1981). Effect of Noise to Workers in Textile Factory. Master of Science (Environmental earth) Mahidol University.
- Pongsomboon, S. (1982). An Investigation of Eccupational Noise and Hearing Effects on Workers in Don Muang RTAF Plant. Mater of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Raksaphao Buntoon. (1965). The investigation of Exhaust Noise and Engine Performance by the type of Silencer used on Internal combustion Engine. Master of Engineer, Chulalongkorn university.
- Rasagam, G. (1987). Estimation of Social Cost of Noise and Air Pollution Caused by Road Traffic in Bangkok. Mater of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Saman Thangtongtawi. (1974). Bangkok noise pollution survey. Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Seekand rajeev. (1986). A Survey of Air, Water and Noise Quality Standards and Legislation on Asia. Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Shami, Jawed Iqbal. (1980). Industrial Noise Pollution Assessment and Control at Siam Craft Paper Company (Bangpong) in Thailand. Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Sihabut, T. (1999). Noise Control Efficiency of Fiberboard Made from Oil Palm Frond. Master of Science (Industrial Hygiene and Safety), Mahidol University.
- Thanapop, C. (1999). Relationship Between Industrial Noise Level and Community Subjective Response. Master of Science (Industrial Hygiene and Safety), Mahidol University.
- Wisutthipat, U. (1987). Noise-Induced Hearing Loss Among Automobile Workers. Master of Arts (Audiology), Mahidol University.
- Worainthara, S. (1977). Noise Pollution and Teacher Mention Health. Master of Education, Education Research, Chulalongkorn University.

บรรณานุกรมรายงานวิจัย

- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2520). การสำรวจระดับเสียงตามเส้นทางขนส่งมวลชน. กรุงเทพมหานคร : กองสนเทศและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2529). การศึกษาสำรวจปัญหาเสียงรบกวนในกรุงเทพมหานคร โครงการศึกษาสำรวจคุณภาพอากาศและระดับเสียง. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2529). การศึกษาปัญหาเสียงรบกวนในกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2529 โครงการศึกษาสำรวจคุณภาพอากาศและเสียง. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรชัย ปุณณโชติ. (2520). มลภาวะทางเสียงกับการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรันดร์ วิทิตอนันต์ และปริยารัตน์ นาคสุวรรณ. (2537). การศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางเสียงจากการจราจรในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. ชลบุรี : ห้องสมุดปริทัศน์ พนมยงค์.
- บันเทิง สุวรรณตระกูล, พิชญ เจริญสมศักดิ์, ทวี กิจคุณาเสถียร, วรเสน ลีวัฒนกิจ และมานิตย์ เมืองคำ. (2533). การใช้ท่อแกลตั้นก้านิดคตินไซม์เพื่อใช้ทดสอบท่อเก็บเสียง. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พงษ์เทพ หารชุมพล,ร.ท.; ชาญชัย ชรากร,พ.ด.; อัศวิน เทพาคำ,พล.ต. และ พูนพิศ อมาตยกุล,ร.ศ..(2536). ระดับการได้ยินของครูฝึกยิงปืน. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- พิชัย ปมาณิกบุตร. (2542). ลักษณะของเสียงจากการจราจรบนทางด่วนกรุงเทพฯ ที่กระทำต่ออาคารสูง. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิชัย ปมาณิกบุตร และประกอบ วิวิธจินดา. (2540). แบบจำลองของเสียงจากการจราจรที่เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องสำหรับทางหลวงชนเมืองสายหลักของกรุงเทพฯ. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิชัย ปมาณิกบุตร. (2538). Study of Bangkok Expressway Traffic Noise Model. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เพ็ญจา จิตจำรูญโชคไชย, ชุตินา ศรีสำราญ และภัทรสิริ รุ่งวิทยาคุณกุล. (2539). การวัดเสียงในโรงงานใหม่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ผกา สุขเกษม และณัฐพงศ์ จันทร์สมบัติ. (2542). การจัดทำแผนที่ระดับเสียงในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

- วัชรชัย พรภักภาติ. (2535). ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ทัศนคติและการปฏิบัติตนของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมของจังหวัดสงขลา เกี่ยวกับการใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล กรณีศึกษาการใช้เครื่องป้องกันเสียง. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- วันชัย โทธิพิจิตร, ประธาน อารีพล, อธิธิพล ปานงาม, วัฒนา สุวรรณแสง จันเจริญ และ สุนันทา พลปัดทิ. (2536). ระดับเสียงจากยานพาหนะทางน้ำ. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. (2542). การศึกษาระดับเสียงและความสั่นสะเทือนจากระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. การศึกษาปัญหาเสียงรบกวนที่มีผลกระทบต่อการศึกษาของนักเรียน. กรุงเทพมหานคร : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ศูนย์ฝึกและสาธิตบริการอาชีวอนามัย. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการได้ยินระหว่างการสัมผัสเสียงดัง 16 ชั่วโมงกับการใช้ที่อุดหูตลอด 4 ชั่วโมงการทำงาน ในโรงงานอุตสาหกรรม. กองอาชีวอนามัย กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- ศูนย์ฝึกและสาธิตบริการอาชีวอนามัย. การศึกษาระดับเสียงและการประเมินอันตรายของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ. กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- ศูนย์ศึกษาและสาธิตบริการอาชีวอนามัย กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย. (2532). โครงการประเมินสภาวะอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเสียงดังประเภทอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์และจักรยานยนต์ในเขตจังหวัด สมุทรปราการ พ.ศ.2532. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และสำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศูนย์อาชีวอนามัยที่ 1 (สำโรงใต้) กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย. (2529). รายงานการเฝ้าคุมระดับเสียงในสิ่งแวดล้อมและสมรรถภาพได้ยินของคนงานที่ทำงานในโรงงานผลิตภาชนะโลหะในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ปี 2529. สมุทรปราการ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สนธิ คชวัฒน์. ผลกระทบและการจัดการสิ่งแวดล้อมมลพิษทางอากาศและเสียงจากโครงการคมนาคมขนส่งทางบก. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- สมพงษ์ สิทธิโชคสกุลชัย และเขวาลักษณ์ วงศ์นุตรติ. (2539). การประเมินสภาวะมลพิษทางอากาศและเสียงจากท่อไอเสียรถยนต์ของหน่วยงานสาธารณสุขเขต 8. ห้องสมุดคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สราวุธ สุธรรมมาสา, สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์. (2541). โครงการประมวลองค์ความรู้เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปสู่สุขภาพคนงานและความปลอดภัยในโรงงาน. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สราวุธ สุธรรมมาสา, จักรกฤษณ์ สีวะระเดชเทพ, สุดาว เลิศวิสุทธิไพบุลย์ และอุมา งามมสิงห์. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบเฝ้าระวังสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในโรงงานที่มีมลพิษทางเสียง. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

สุภาพันธุ์ สูญสิ้นภัย และสุภาพ กลีบบัว. (2535). การศึกษาภาวะการได้ยินและโรคหูในโรงเรียนสาธิตด้านวิชาการอนามัยโรงเรียนระดับประถมศึกษาของเขต. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2542). การเฝ้าระวังความดังเสียงในเขตปริมณฑลและส่วนภูมิภาค ปี 2540-2541. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อนามัย ชีวโรจน์, ศรีรัตน์ ส้อมพงศ์ และจิตพรพรณ ภูษาภักคิภ. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียงดังที่มีผลต่อการได้ยินของผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบกิจการได้แก่ ในเขตจังหวัดชลบุรี. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2524). ผลกระทบของทางด่วนที่มีต่อสภาวะแวดล้อมและการวิจัยออกแบบกำแพงกันเสียง. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

N. Chansombat , T. Suksa-ard, W. Auesomgtham, P. Sukasem and H. Tanaka. (2542). Study on Environment Noise And Monitozing Technique in Bangkok Metropolitan Area, Thailand. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

N. Chansombat, T. Suksa-ard, W. Auesomgtham, T. Norach, P. Sukasem, M.S. Talricanon, H. Tanaka, P. Areephol, S. Bualert, C. Yachoosri and R. Watananukulkit. Feasibility Study of Short-term Method for Environmental Noise Measurement in Bangkok. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

บรรณานุกรมบทความวิจัยจากวารสาร

- กรรณิการ์ ชาญวนิชวงศ์. (2530). อันตรายจากเสียง. จุฬาลงกรณ์เวชสาร, 31 (7), 524-529.
- กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2543). การแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงในงานอุตสาหกรรม. Industrial Technology Review, (68), 100-105.
- ขวัญชัย สุวรรณสัมฤทธิ์. (2530). การควบคุมเสียงรบกวนในขบวนการอุตสาหกรรม. วิศวกรรมสาร, 40(6), 47-53.
- จิตติน แดงเที่ยง. (2539). การติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงรบกวนในโรงงาน. เทคนิค, (131), 136-138.
- เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ์, เฉลียว นิตยสุทธิ, ประวิทย์ จงวิลาส และวิทยา อยู่สุข. (2524). ปัญหามลภาวะเสียงในชุมชน. วารสารสาธารณสุข, 11 (2), 125-142.
- เฉลิมชัย ชัยกิตติกรณ์, ธวัชชัย วรพงษ์ และสาธิต มีดำเนิน. (2540). การศึกษารูปแบบการทำนายเสียงบนทางหลวง. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 7 (2), 34-43.
- เดลินกค์ เพ็ชรสุวรรณ, ลือพล ปุณณกันต์, นพภาพร หานิช และประธาน อารีพล. (2540). เวลาที่เหมาะสมในการตรวจวัดระดับเสียงจากการจราจรทางน้ำ. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 19 (1), 46-55.
- ทวี เวชประพจน์. (2526). เสียงในอาคาร. วิศวกรรมสาร, 36 (6), 119-120.
- นวลอนงค์ ศรีพงษ์. (2537). มลพิษทางเสียง. การท้าวเรือ, 41(406), 31-34.
- นวลอนงค์ ศรีพงษ์. (2539). มลพิษทางเสียง. กองสุขาภิบาล, 22 (2), 54-56.
- บรรจง นุชน้อง. (2541). อันตรายจากเสียงดัง. Safety Life, (16), 35-38.
- บุญจง ขาวสิทธิวงษ์. (2532). การศึกษาการสูญเสียการได้ยินของคณงานในโรงงานน้ำตาล. สารศิริราช, 41 (11), 583.
- บุษบา-วิชัย พุทธิอารักษ์. (2535). การศึกษาระดับเสียงและการสูญเสียการได้ยินของคณงานในโรงงานน้ำตาลอัดและโรงงานน้ำตาล. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 2 (1), 37-41.
- ประธาน อารีพล. (2535). มลพิษทางเสียง. เทคโนโลยีความปลอดภัย, 45 (1), 84-85.
- ประมุข โอศิริ. (2537). ผลการสำรวจสิ่งแวดล้อมในการทำงานของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 4 (4), 54-62.
- ปราณี ขวลิทสกุลชัย, อุดมศักดิ์ คงเมือง และสุกัญญา แสงรัตนกุล. (2531). ผลกระทบของเสียงจากเครื่องทอผ้าต่อสมรรถภาพการได้ยินของคณงานในโรงงานทอผ้า. จุฬาลงกรณ์เวชสาร, 7 (3), 4-7.
- ฝ่ายวิชาการ. (2535). เสียงดัง สิ่งที่คุณปฏิเสธได้. สารคดีพิเศษ, 7 (83), 4, 9, 9-100.
- ทองแก้ว กิจธรรม. (2530). เสียงทำให้หูตึง. ใกล้หมอ, 95-97.
- พุทธพร สุวรรณจริต. (2537). อันตรายและการควบคุมเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม. ข่าวนิคมอุตสาหกรรม, 4 (4).
- มงคล จิรวัดเดช. (2541). การควบคุมเสียงรบกวนภายในอาคาร. โยธาสาร, 13-16.

- ลัทพล ปุณณกันต์. (2529). การศึกษาโอกาสเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินของเยาวชน กรณีศึกษากลุ่มเยาวชน มาใช้บริการของสถานประกอบการลานสเก็ต. สารสิ่งแวดล้อม, 10 (ฉบับพิเศษสำหรับเยาวชนและประชาชนทั่วไป), 25-28.
- วันชัย โพธิ์พิจิตร. (2535). ปริมาณเสียงคนกรุงเทพมหานครได้รับในรอบ 24 ชั่วโมงอยู่ในขั้นวิกฤต. วิทยาศาสตร์, 46 (5), 323.
- แววตา หรรษ์อินันต์. (2541). เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมมลพิษทางเสียง. โรงงาน, 17 (1), 41-49.
- ศรีสุวรรณ จรรยา. (2540). มลพิษจากเรือโดยสารในคลองกบความเจ็บปวดของชาวบ้านใครจะรับผิดชอบ. นิกส์ สรรค์สร้างโลกใบใหม่, 9 (97), 67-74.
- ศรีสุวรรณ จรรยา. (2540). รายงานการศึกษาวิจัยภาวะความเสื่อมทางหูของตำรวจจราจร. นิกส์ สรรค์สร้างโลกใบใหม่, 9 (95), 71-74.
- ศรีสุวรรณ จรรยา. (2540). หูเสื่อมกับตำรวจจราจร. นิกส์ สรรค์สร้างโลกใบใหม่, 9 (99), 66-69.
- ศรีสุวรรณ จรรยา. (2540). สรุปการศึกษาเชิงวิจัย มหัตภัยทางเสียงกับคนกรุงเทพฯ ดังขึ้น. นิกส์ สรรค์สร้างโลกใบใหม่, 9 (99), 62-64.
- ศรีสุวรรณ จรรยา. (2541). สรุปการศึกษาเชิงวิจัย ปัญหาวิกฤตมลพิษทางเสียงในเมืองกับปัญหาหูเสื่อม. นิกส์ สรรค์สร้างโลกใบใหม่, 10 (109), 24.
- ศุภกิจ ศรีวัฒนากร. (2540). การควบคุมเสียงรบกวนในโรงงาน. เทคนิค, (152), 115-118.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2538). ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเสียงดังรบกวนจาก โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสากลกรุงเทพ แห่งที่ 2 หนองจอก. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, 48 (5), 54-57.
- สนธิ คชวัฒน์. (2535). ผลกระทบและแนวทางในการป้องกันและแก้ไขเสียงรบกวนจากสนามบินพาณิชย์. วิจัย สภาวะแวดล้อม, 14 (1), 21-34.
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2539). ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเพื่อลดมลภาวะจากเสียงรบกวน. อุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม, 5 (28), 57-62.
- สมจิต พุกกะสีตานนท์, สายสุนีย์ ทับทิมเทศ, อัญชลี รัตนวิহার และอุษา วิสุทธิแพทย์. (2536). ประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังในโรงงานทอผ้า. รามานิติเวชสาร, 16 (4), 344.
- สมหมาย เสนาปิ่น. (2539). เสียงกับแนวทางการป้องกันเสียงรบกวน. เทคนิค, (141), 92-100.
- สุชาติ ศิริทาวจันท์. (2541). ผังกันเสียง. เทคนิค, (162), 57-64.
- สุชาติ ศิริทาวจันท์. (2541). ออกแบบและติดตั้งระบบเครื่องกลแบบไร้เสียงรบกวนและความสั่นสะเทือน. เทคนิค, (166), 62-70.
- สุชาติ ศิริทาวจันท์. (2542). การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมเสียงรบกวนแบบ Active. เทคนิค, 16 (170), 73-76.
- สุพจน์ ดุงคเสวรงค์. (2542). เครื่องวัดวิเคราะห์เสียงและการสั่นสะเทือน. Eelomology, 25 (143), 53-57.

- สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2535). การดำเนินงานแก้ไขมลพิษทางอากาศและเสียงของรัฐบาล. ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม. 2 (1). 55-60
- เสาวรส ศักดิ์วิเชียรจินดา, ภาคภูมิ สุปียพันธุ์, มณีวรรณ บุญรอด และกัศดา ไชยชัยพาณิชย์นันท์. (2536). การเชื่อมการได้ยินจากเสียง. จุฬาลงกรณ์เวชสาร. 37 (6). 365-374.
- อมรชัย หาญผดุงธรรม. (2536). ปฐมพยาบาลชาวบ้านควรรู้ไว้ ตอนอันตรายจากเสียง. ใกล้หมอ. 17 (12). 29-30.
- กัศเดช สิ้นธุภัก. (2541). การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงแบบ Helmholtz. วิศวกรรมสาร. 51 (4). 48-52.
- อัครเดช สิ้นธุภัก และปัสชา วิเชียรชม. (2541). การหาประสิทธิภาพของเครื่องลดเสียงแบบ Helmholtz ที่อ่านความถี่ผ่านกลาง. วิศวกรรมสาร. 51 (2). 69-74.
- เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์. การศึกษาระดับเสียงในสภาวะแวดล้อมในพื้นที่สถาบันการศึกษา : ศึกษากรณีมหาวิทยาลัยศิลปกรวิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม. วิจัยสภาวะแวดล้อม. 21 (2). 29-40.
- Saugsaat panich and Thamrong Buranatrakul. (2535). Study on Noise Reduction from the Elevated Expressway Using Common Reflective and Dispersive or Absorptive Noise Barriers. วิจัยสภาวะแวดล้อม. 14 (2). 19-25.

บรรณานุกรมหนังสือ

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2539). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2538.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2538). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี 2538. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2539). นโยบายและแผนจัดการมลพิษ.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2541). โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2542). บันทึกถือน้ำตาล รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2540. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. Air and Noise Pollution Control.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2535). คู่มือ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข เล่ม 4 การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2540). การเฝ้าระวังระดับความดังเสียงในเขตปริมณฑลและส่วนภูมิภาคปี 2539 และผลกระทบต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร.
- กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2543). คู่มือวัดเสียงรบกวน.
- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2528). มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2531). รายงานคุณภาพอากาศและเสียงในประเทศไทย พ.ศ.2530.
- การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2543). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยประจำปี 2542.
- เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. (2543). การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.
- ณรงค์ นันทวรรณ และเอื้องฟ้า นันทวรรณ. ความปลอดภัยและการควบคุมมลพิษ.
- ดวงจันทร์ อาภา และวัชรุทธิ์ เจริญเมือง. (2536). การเติบโตของเมืองและสภาวะแวดล้อมของเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- บริษัท ทิม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด. (2540). แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการอุตสาหกรรมด้านคุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และเสียง.
- บริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2541). โครงการศึกษาผลกระทบมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร.

- บริษัท เกส ที เกส เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด, กรมควบคุมมลพิษ. (2541). โครงการพัฒนาและสวัสดิการระบบลดระดับเสียงของเรือหางยาว. นนทบุรี.
- บุญเทียม เขมาภิรัตน์. (2537). เสียงเป็นพิษ ปัญหาและวิธีแก้ไข.
- ประธาน อารีพล. (2541). การจัดการมลพิษทางเสียง และความสั่นสะเทือน. นนทบุรี.
- ฝ่ายคมนาคมและขนส่ง กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2534). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง.
- ฝ่ายคมนาคมและขนส่ง กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2534). สรุปผลการสัมมนาเรื่องผลกระทบและการจัดการสิ่งแวดล้อมโครงการสนามบินพาณิชย์.
- ฝ่ายสุขภาพนิเวศวิทยา กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. (2540). สถิติและแนวโน้มการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพในเขตกรุงเทพมหานครตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข.
- ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2542). วิศวกรรมการประปาและสุขาภิบาลเล่ม 2.
- ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2542). โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการระบบทางด่วน.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2533). เอกสารการสอนชุดวิชา กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยและสุขภาพผู้ประกอบอาชีพ. กรุงเทพมหานคร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2533). เอกสารการสอนชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วยที่ 9-15. นนทบุรี.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2533). เอกสารการสอนชุดวิชา หลักความปลอดภัยในการทำงานหน่วยที่ 6-10. นนทบุรี.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2533). เอกสารการสอนชุดวิชา หลักความปลอดภัยในการทำงานหน่วยที่ 11-15. นนทบุรี.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2534). เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและเออร์กอนอมิกส์ หน่วยที่ 1-8. นนทบุรี.
- บุวดี คาคการณ์ไกล และชูชัย ศุภวงศ์. (2542). สถานการณ์ด้านสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย จากอดีตสู่ปัจจุบัน.
- วิจิตร บุญชะโหดระ. ชุดวิชาวิทยาศาสตร์ป้องกันอุบัติภัย อุบัติภัยจากการทำงาน.
- วิจิตร บุญชะโหดระ. (2530). วิชาความปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร.
- วิทยา อยู่สุข. (2527). อาชีวอนามัย สุขศาสตร์อุตสาหกรรม และความปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร.
- วิทยา อยู่สุข. (2542). อาชีวอนามัยความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และคณะ. (2530). คู่มือความปลอดภัยในโรงงาน. กรุงเทพมหานคร.

- สนธิ คชวัฒน์, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2534). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- สมชาย วงศ์เจริญง. หลักการพื้นฐานงานอาชีวอนามัย. กรุงเทพมหานคร.
- สราวุธ สุทธรรมาศ. (2542). การจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในประเทศไทย.
- สุธีระ ประเสริฐสรณ์. (2525). เสียงและการควบคุมเสียงแวดล้อม.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2523). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2523). รายงานสัมมนา มลภาวะเสียง 29 พฤศจิกายน 2522.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2523). Proceedings of Seminar on Noise Pollution Control. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2524). มลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2524). รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2535). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ.2530-2534.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2528). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ.2526-2527.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2529). รายงานการสนทนาโต๊ะกลม เรื่องแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษจากยานพาหนะ. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2538). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2537.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535-2536. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2540). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2538-2539.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540.
- สำนักงานบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2540). การประเมินผลการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี. (2537). รายงานเรื่อง เครื่องชีวิตสภาวะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 (ชลบุรี), สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออก พ.ศ. 2542.
- เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์. (2542). การควบคุมมลพิษทางเสียง. กรุงเทพมหานคร.
- International Civil Aviation Organization. (1993). Environmental Protection.

แหล่งที่มาจาก CD ROM

มหาวิทยาลัยมหิดล.(2541). ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรศาสตร์. ฐานข้อมูลสิ่งพิมพ์ด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย พ.ศ. 2510-2539. คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

แหล่งที่มาจากอินเทอร์เน็ต

http://mulinet1.li.mahidol.ac.th/search*tha/w?SEARCH=noise สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

<http://www.riclib.mrcf.go.th/screen2.html> ห้องสมุดศูนย์ข้อสนเทศ การวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

http://library.car.chula.ac.th/search*tha/w?SEARCH=noise สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<http://www.clair.ait.ac.th/> ห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

<http://intanin.lib.ku.ac.th/screens/opacmenu.html> สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<http://www.smit.ac.th> ห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<http://injan.kmitb.ac.th/search/> ห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<http://www.lib.cmu.ac.th/> สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การจัดการมลพิษในดิน

การจัดการมลพิษในดิน (Soil Pollution Management)

ผศ.ดร.บัณฑิต อนุรักษ์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

1. คำนำ

ดินเป็นทรัพยากรซึ่งเป็นสมบัติของชาติที่สำคัญยิ่ง ในปัจจุบันดินนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค อย่างที่เคยเป็นในครั้งอดีตแล้ว ดินยังต้องเป็นแหล่งรองรับสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากการกระทำโดยธรรมชาติและมนุษย์ แต่ส่วนใหญ่มักเกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งตั้งใจและไม่ตั้งใจ ตัวอย่างเช่น ดินเป็นแหล่งทิ้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และจากอุตสาหกรรม นอกจากนี้ดินยังได้รับผลข้างเคียงจากกิจกรรมทางการเกษตร การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ผลกระทบในการใช้ประโยชน์จากดินในสภาพปัจจุบัน จึงมิได้มีผลกระทบต่อคุณภาพดินเพียงอย่างเดียว หากแต่ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม อันเป็นพื้นฐานของคุณภาพชีวิตของประชาชน ดังนั้นจึงเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเกิดการประสานความร่วมมือของทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชน ในการตระหนักและป้องกันการเกิดปัญหาผลกระทบดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ปราโมทย์ (2542) กล่าวถึงความสำคัญของดินซึ่งพิจารณาได้จาก

1. ดินเป็นตัวกลางที่ทำให้ น้ำ แสงแดด และอากาศ ร่วมกันสร้างพืชพันธุ์ให้เจริญงอกงาม โดยดินทำหน้าที่เป็นที่ยึดเกาะ ที่กักเก็บน้ำ ที่ให้อากาศแก่รากพืช ในการหายใจและเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช
2. ดินเป็นแหล่งกำเนิดของปัจจัยสี่ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งอาจเป็นการได้มาโดยตรง เช่น การปลูกพืชผักบนดินใช้เป็นอาหาร และโดยทางอ้อม เช่น ไนโตรเจนใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น
3. ดินเป็นรากฐานของความเจริญและความมั่นคงทางสังคม ก่อให้เกิดวัฒนธรรม อารยธรรม และอิทธิพลทางการเมือง
4. ดินมีความสัมพันธ์กับทรัพยากรอื่นๆ เช่น สัตว์ป่า ป่าไม้ น้ำ เหมืองแร่ และอื่นๆ

ดิน เป็นองค์ประกอบที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันที่ซับซ้อน (complex heterogeneous mixture) ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก คือ แร่ธาตุที่แปรสภาพหรือผุพังจากหิน และอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ผสมคลุกเคล้ากัน โดยมากแล้วดินที่ศึกษาเป็นดินชั้นบนที่มีพืชเจริญเติบโตได้ ซึ่งคุณสมบัติของดิน ทางชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ของดินมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความสัมพันธ์ของปัจจัย 5 ตัว คือ สภาพอากาศ (climate), กิจกรรมทางชีวภาพ

(biological activity) รวมทั้งคน, ภูมิฐาน (topography), วัตถุดิบกำเนิด (parent material) และเวลา (time) ตัวอย่างเช่น สีของดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพ ความหนาแน่นของดินในฤดูร้อนกับฤดูฝนจะแตกต่างกัน, จุลินทรีย์ต่างๆในดินเช่นเดียวกันจะมีความสามารถในการย่อยอินทรีย์วัตถุ ในฤดูร้อนกับฤดูฝนแตกต่างกัน และดินบนที่สูง (hilly area) จะมีสีอ่อน เนื่องจากไม่มีการสะสมของอินทรีย์วัตถุ เพราะอินทรีย์วัตถุเหล่านี้จะถูกพัดพาตามพื้นที่ที่ค่อนข้างต่ำ (low land) และบริเวณดินชั้นบน (top soil) ของพื้นที่ที่ค่อนข้างต่ำจะมีสีเข้มของอินทรีย์วัตถุ

มลพิษในดิน (soil pollution) หมายถึง ภาวะการปนเปื้อนของดินด้วยสารมลพิษ (soil pollutant) มากเกินขีดจำกัด จนมีอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย ตลอดจนการเจริญเติบโตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ (ศุภมาส, 2540)

จากนิยามมลพิษในดินข้างต้น ผู้เขียนได้แบ่งกลุ่มของปัญหามลพิษในดินออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- 1.1 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางกายภาพที่สังเกตเห็นได้
- 1.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี
- 1.3 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางชีวภาพ

ปัญหามลพิษในดิน จะได้รับการพิจารณาเมื่อมีการทำลายหรือเกิดการถดถอยของคุณภาพหรือคุณค่าของสถานะใดสถานะหนึ่ง สารมลพิษที่ก่อให้เกิดมลภาวะส่วนใหญ่เคยเป็นสารที่มีประโยชน์ มีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากการผลิตในขบวนการผลิตหรือแม้กระทั่งเป็นสารตกค้างที่เหลือทิ้งจากการผลิตที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์มาก่อนด้วยกันทั้งสิ้น มลพิษบางชนิดก็ยากแก่การกำจัด บำบัด หรือควบคุม ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาที่ต้องติดตามอย่างต่อเนื่อง ปัญหามลพิษบางเรื่องก็เป็นเพียงปัญหาของการอยู่ผิดที่เท่านั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจ พิจารณาทางเลือกในการจัดการ รวมทั้งจะต้องตัดสินใจว่าจะยอมเสียอะไร เสียเท่าไร และเสียอย่างไร ประกอบกับการพิจารณาตัดสินใจว่าจะยอมลงทุนเพื่อลดสภาพความรุนแรงของทางเลือกที่ตัดสินใจแล้วนั้น เพียงใดด้วย

1.1 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางกายภาพ

เมื่อกล่าวถึงดินในทางกายภาพนั้น มักจะเป็นไปในทางสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่มีความสำคัญและสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นสมบัติที่มองเห็นได้และสัมผัสได้ อาทิ เนื้อดิน (soil texture) และ โครงสร้างดิน (soil structure) รวมทั้งสมบัติอื่น ๆ ที่เป็นผลต่อเนื่องจากสมบัติพื้นฐาน 2 ประการข้างต้น เช่น ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความพรุน (porosity) ความร่วนเหนียว (consistence) สภาพให้ซึมได้ (permeability) สำหรับน้ำและอากาศ และความสามารถอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของดิน เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) โดยปัญหามลพิษของดินทางกายภาพจะทำให้เกิดปัญหาต่อดินโดยตรงในเรื่องความไม่เหมาะสมของปริมาณอากาศ และน้ำในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช และยังอาจส่งผลโดยอ้อมทำให้เกิดปัญหาทางด้านอื่นที่เป็นผลมาจากความไม่เหมาะสมทางฟิสิกส์ของดินได้อีกด้วย ซึ่งในการศึกษาทางด้านมลพิษในดินทางกายภาพนี้ ได้รวมถึงปัญหาทั้งที่เกิดจากธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ดินเค็ม ดินกรด ดินพรุ การชะล้างพัง

ทลายของดิน (soil erosion) ปัญหาที่เกิดจากการทำเหมืองแร่ รวมถึงการทำนาถั่วที่ในปัจจุบันกระแสการเลี้ยงกุ้ง ได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น กล่าวกันว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน โดยปัญหามลพิษในดินทางกายภาพนั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย บางปัญหาก็ก่เกิดขึ้นในบริเวณกว้าง เช่น ดินเค็ม การชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น บางปัญหาก็ก่เกิดขึ้นในบริเวณไม่กว้างมากนัก เช่น ดินพรุ เป็นต้น จึงทำให้มลพิษในดินทางกายภาพเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่สำคัญควรแก่การศึกษาและหาวิธีการในการป้องกันและแก้ไข

1.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี

ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี ส่วนใหญ่มักเกิดจากด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งสารมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมทั้งสองสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1.2.1 ธาตุพิษหรือโลหะหนัก

ปัจจุบันจำนวนประชากรได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทั้งหมดให้มีปริมาณมากขึ้นต่ออัตราการขยายตัวดังกล่าว ซึ่งผลข้างเคียงจากการผลิตทางเทคโนโลยีนี้เองที่เป็นแหล่งของปัญหา และเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ (ศุภมาส, 2540) ธาตุพิษต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะมาจากธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ เมื่อตกลงสู่ดินจะเกิดการปนเปื้อน ซึ่งเป็นการปนเปื้อนของสารสู่สภาพแวดล้อมในปริมาณที่สามารถวัดได้และมีผลต่อสิ่งมีชีวิต และให้ผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วยและในที่สุดก็เกิดการสะสมและเกิดเป็นปัญหาในระยะยาวได้ โดยทั่วไปสารพิษที่เป็นปัญหาในระยะยาวมักจะเป็น สารพิษที่อยู่ในดินได้นานและพืชจำกัดการดูดใช้ ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท เป็นต้น ส่วนสารมลพิษที่เกิดปัญหาในระยะสั้น มักจะได้แก่ สารมลพิษที่ละลายน้ำได้ง่าย พืชดูดกินได้ในทันทีและในปริมาณมากจึงเกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมได้โดยเร็วซึ่งได้แก่ แคลเซียม โบรอน นิกเกิล และสังกะสี เป็นต้น (ศุภมาส, 2540) ในพื้นที่เพื่อการเกษตรที่ใช้สำหรับปลูกพืชเพื่อเป็นอาหารของมนุษย์ และสัตว์ต่าง ๆ หากพบว่ามีการปนเปื้อนแม้ว่าจะต่ำกว่ามาตรฐานก็ตามแต่โอกาสที่สารพิษจะก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคยังมีความเสี่ยงค่อนข้างสูง ทั้งนี้เพราะสารพิษหลาย ๆ ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของโลหะหนัก เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วมักจะตกค้าง และสะสมอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ในปริมาณต่ำ ๆ ก็ตาม แต่มีความเป็นพิษสูงมาก โดยมักจะยับยั้งการทำงานของระบบต่าง ๆ ซึ่งควบคุมพฤติกรรม ตลอดจนการเจริญเติบโต และพัฒนาการในทวุกว

นอกจากนี้ ปัจจุบันการเติบโตทางอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้น โดยมีการสร้างนิคมอุตสาหกรรมกระจายไปยังภาคต่าง ๆ ของประเทศ มีปริมาณการใช้โลหะหนักในกิจกรรมต่าง ๆ สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีโอกาสที่โลหะหนักจะแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม และมีโอกาสที่โลหะหนักจะถ่ายทอดเข้าสู่สายใยอาหาร และเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้ (อรทัย, 2541)

1.2.2 สารพิษทางการเกษตร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมประชากรประมาณร้อยละ 60 มีอาชีพหลักในการทำเกษตรกรรม ทั้งในระดับเกษตรกรรายย่อยและเกษตรกรอุตสาหกรรม นอกจากนี้มีการส่งออกโดยมูลค่าส่วนใหญ่ล้วนแต่เป็นสินค้าที่มาจากผลผลิตทางการเกษตรเกือบทั้งสิ้น ดังนั้น สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร นั่นคือการป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งใช้ในประเทศไทยได้แก่ สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันและกำจัดโรคพืช และอื่นๆ ส่วนใหญ่แล้วจะนำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งที่อยู่ในรูป ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (finished product) และผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง (technical grade) ซึ่งแนวโน้มการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้น (ไพฑูรย์ และคณะ, 2536) โดยในระยะแรกๆของการนำเข้า สารกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่ได้แก่ สารกำจัดแมลง ในระยะหลังนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นมา ปริมาณสารกำจัดวัชพืชนำเข้ามีปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการกำจัดวัชพืชในไร่นา และเป็นที่น่าสังเกตว่านับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างคงที่และเป็นเช่นนี้ต่อไปอีกในอนาคต ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าตระหนกถึงความปลอดภัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันก็ยังใช้สารพวกสารสังเคราะห์ประเภท organic chemical เป็นจำนวนมากซึ่งสารเคมีพวกนี้จะไม่ละลายน้ำได้คือนัก แต่จะถูกดูดซับ ติดอยู่ที่ผิวของ Soil Particle ของ clay หรือ humus particle ดังนั้นจึงพบว่า ในธรรมชาติ ยาปราบศัตรูพืชจะถูกเคลื่อนย้ายในสภาพของอนุภาคดินที่ถูกการพังทลาย (eroding soil particles) มากกว่าที่จะถูกพัดพาไปในน้ำในสัดส่วน 1:2 เท่า สำหรับอัตราในการสลายตัวของยาปราบศัตรูพืชขึ้นอยู่กับเนื้อดิน (soil texture) ปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter content), ปริมาณความชื้น (humidity) และความเป็นกรดเบส (pH) (ปราโมทย์, 2542)

1.2.3 อื่นๆ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่นอกเหนือจากหัวข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อดินและตะกอนดิน เช่น การปนเปื้อนและการสะสมของสารประกอบพวกโพลีไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน, ซัลเฟต, ฟอสเฟต, อลูมิเนียม และอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อดินและตะกอนดิน เช่น ผลของน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ผลจากการทำนาเกลือ การใช้น้ำ การใช้ผงซักฟอก และการทำการเกษตร เป็นต้น

1.3 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางชีวภาพ

ปัจจุบันการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการขยายตัวทางอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นคุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของคุณภาพชีวิต อันเป็นที่มาของปัจจัยสี่

ซึ่งผลกระทบในการใช้ประโยชน์จากดินในสภาพปัจจุบันจะส่งผลกระทบต่อทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน โดยเฉพาะจุลินทรีย์ดินที่เป็นตัวการทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินและเป็นตัวการที่ทำให้วัฏจักรต่าง ๆ ในดินเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งถ้าถึงมีชีวิตเหล่านี้ถูกทำลายลงหรือได้รับผลกระทบจนมีอาจดำรงหน้าที่และความเป็นอยู่เดิม ย่อมส่งผลถึงโครงสร้างของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินดังจะพบเห็นได้ทั่วไปว่าในดินที่ไถเคียนหรือจุลินทรีย์ถูกฆ่าตายจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เคมีซากพืชและใบไม้จะยังคงสภาพอยู่ยาวนานเพราะไม่มีผู้ย่อยสลาย ส่งผลให้เกิดการขาดวัฏจักรอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วพร้อมที่จะเป็นประโยชน์ในการให้ธาตุอาหารพืชและปรับปรุงโครงสร้างของดิน โดยสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินอาจมีความคงทนอยู่ยาวนานได้เพียง 20 – 30 ปี แต่การปรับปรุงดินให้กลับไปอยู่ในสภาพอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเกษตรย่อมต้องใช้เวลานานยาวนานกว่านั้น (ศุภมาส, 2540) ดังนั้นปัญหามลพิษในดินทางชีวภาพนั้นเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญควรแก่การศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาต่อไป หรือเพื่อนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขปัญหามลพิษทางดิน

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางกายภาพ (สามารถสังเกตเห็นได้)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษในดินทางเคมี(ธาตุพิษหรือโลหะหนัก) ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 พบว่าสามารถแบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.1.1 ดินเค็ม

ดินเค็มถือว่าเป็นดินที่มีปัญหาในการใช้เพาะปลูกพืช ทั้งนี้เนื่องจากดินเค็มเป็นดินที่มีเกลือละลายอยู่มากจนเป็นอันตรายต่อพืช ถ้าวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินอิมด้วยน้ำ จะมีค่าเกินกว่า 2 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งดินเค็มในประเทศไทยมีอยู่ 2 พื้นที่ที่สำคัญคือ ดินเค็มตามชายทะเล และดินเค็มบนที่ราบสูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วิโรจน์, 2531)

พื้นที่ทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอยู่ 106.8 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ดินเค็มถึงประมาณ 17.8 ล้านไร่ (สุทธิชัย, 2533) ซึ่งจังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ดินเค็มอยู่สูงสุด (เล็กและสุนันท์, 2532) นอกจากนี้ ชัยทัศน์ (2536) กล่าวว่า สาเหตุของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 2 สาเหตุ คือ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากเกลือที่ละลายออกมากับน้ำจากชั้นของดินและหินที่กำลังสลายตัว และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำนาเกลือ การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็ม และการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งดินเค็มจะทำให้เกิดอันตรายต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์โดยเฉพาะโครงสร้างดินถูกทำลาย ก่อให้เกิดปัญหาในด้านการบำรุงรักษาและการปฏิบัติจัดหา อีกทั้ง จุมพล (2535) กล่าวว่าดินเค็มในแอ่งโคราชนั้นส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ไนโตรเจนรวม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก แต่มีค่า

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงถึงสูงมาก ดินมีสมบัติทางกายภาพแลมีความหนาแน่นรวมสูง มีน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำถึงปานกลาง

Cannon (2524) กล่าวว่า สภาพพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีชั้นเกลือสะสมอยู่ใต้ดิน จากนั้นมีการสร้างอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อ่างบ่อปรือ จังหวัดมหาสารคามขึ้น ซึ่งเป็นต้นน้ำของลำน้ำเสียวใหญ่ โดยราษฎรที่อยู่รอบพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ ได้สูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อนำเกลือไปขาย ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมาทั้งต่อพื้นที่เพาะปลูก แหล่งน้ำ เกิดแผ่นดินถล่ม รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำเกลือ ทำให้ผู้ได้รับความเดือดร้อนร้องเรียนรัฐบาล จนมีมติคณะรัฐมนตรีให้ผู้ทำนาเกลือสินเธาว์ให้ยุติการประกอบกิจการตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2523 และกั้นน้ำรอบอ่างเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเกลือที่จะเข้าสู่อ่าง

พัชร (2533) กล่าวว่า ผลเสียจากการใช้เทคโนโลยีการชลประทานที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการสะสมเกลือใต้ทั้งในดินและทั้งในน้ำชลประทาน ตามด้วยผลผลิตตกต่ำ และดินขาดความอุดมสมบูรณ์ การเพิ่มพื้นที่ชลประทานในปัจจุบันจะทำให้เกิดปัญหามากมาย โดยเฉพาะการทำลายสิ่งแวดล้อมและทำให้ดินเสื่อมลงในที่สุดพบว่าดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีดินเค็มถึง 17.8 ล้านไร่ คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด จากการศึกษาพบว่า ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาจากแหล่งเกลือใต้ดิน การนำน้ำใต้ดินที่เค็มมาใช้ในการชลประทานจะเป็นการชักนำให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็ม

กิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมี ทำให้ดินไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจากการศึกษาผลกระทบจากการทำนาุ้งที่อำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา โดยพื้นที่นี้แต่เดิมใช้เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของภาคใต้ แต่หลังจากปี 2528 การทำนาุ้งขยายตัวอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง เช่น ทำให้คุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพของดินในพื้นที่นาและบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนไปไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ทำให้น้ำทะเลสกปรก ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและประชาชน(สมศักดิ์และคณะ, 2535)

Prabnarong et al. (1994) กล่าวว่า ระดับ pH ของดินที่ใช้ทำนาุ้งจะลดลงตามระยะเวลาการเพาะเลี้ยง เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่มาจากกรสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ปลูกข้าว แต่ก็มีผลลดลงตามความลึก ค่าการนำไฟฟ้าของดินบ่อเลี้ยงกุ้งจะมากกว่าดินนาเป็นอย่างมากตั้งแต่ระดับก้นบ่อลงไปจนถึง 40 เซนติเมตรต่อระยะเวลา 1 ปี ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าความเค็มนั้นจะทะลุผ่านลงไปใต้วงได้เป็นระยะทาง 40 เซนติเมตรต่อปี

สุทธิชัย (2533) ได้เสนอวิธีการป้องกันและควบคุมปัญหาดินเค็มโดยทางวิศวกรรมให้ใช้การชะล้างดินอย่างต่อเนื่องพร้อมระบบระบายน้ำ และทำการสำรวจ อุทกธรณีวิทยาหาแหล่งที่มาของน้ำเค็ม รวมทั้งการออกแบบระบบป้องกันและกำจัด ระบายน้ำเค็มออกนอกพื้นที่เพาะปลูกด้วยท่อคัดระบาย ส่วนวิธีทางชีววิทยาให้ใช้วิธีการปลูกพืชที่เหมาะสมกับดินเค็ม และอาศัยต้นไม้ในการควบคุมระดับน้ำ อีกทั้งต้องใช้วิธีการทางด้านปฐพีศาสตร์ ปรับปรุงดินให้อุ่นน้ำไว้ได้นาน ท้ายสุดคือ วิธีการและมาตรการทางกฎหมาย รวมทั้ง หลักเกณฑ์นโยบาย และการเพิ่มขีดความสามารถและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของหน่วยราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่ทุกวิธีที่กล่าวมานี้ควรนำมาประยุกต์ใช้แบบผสมผสานกัน

เกษศดาและคณะ (2536) พบว่าโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ใช้ได้ดีในการคงไว้ซึ่งความคงทนของการเกิดเม็ดดิน และยังหยุดยั้งการเคลื่อนที่ขึ้นของน้ำใต้ดินที่เค็ม นอกจากนี้ยังช่วยให้การชะล้างของทั้งน้ำจืด และน้ำเค็มเป็นไปได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงคาดว่าโพลีไวนิลแอลกอฮอล์จะสามารถช่วยลดความเค็ม และลดการเกิดการชะล้างพังทลายในบริเวณพื้นที่ดินเค็มได้

ส่วนการแก้ไขดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น Arunin (1984) ได้กล่าวว่าแผนการปรับปรุงดินเค็มนั้นจะมี 3 วิธีการคือ การป้องกัน(การปลูกพืช), การปรับปรุง(การชะล้างและการระบายทิ้ง) และการควบคุมความเค็มในระยะเวลาดำเนิน ซึ่งแผนการประกอบด้วย 8 ขั้นตอนคือ ชะล้างก่อนการปลูก, การปรับระดับพื้นที่, เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน, เลือกข้าวพันธุ์ที่ทนเค็มมาปลูก, ข้าวที่ปลูกต้องมีอัตราให้เมล็ดสูง, เลือกใช้เมล็ดที่แก่กว่าปลูก, การให้ปุ๋ย และการคลุมดิน

นอกจากนี้ สมศรี (2529) ได้เสนอแนะให้มีการปลูกป่าเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็ม โดยเลือกไม้พันธุ์พื้นเมืองที่เป็นไม้โตเร็ว ทนเค็ม ทนแล้ง รากลึก และใช้น้ำมาก เช่น ยูคาลิปตัส นอกจากนี้ Arunin (1988) กล่าวว่า *Sesbania speciosa*, *S. cannabina* และ *S. rostrata* แสดงให้เห็นว่ามีศักยภาพสูงที่สุดในการเป็นพืชปุ๋ยสดเพราะความทนเค็ม ทนกรด และทนต่อน้ำท่วม

คณะ (2521) กล่าวว่าได้มีการศึกษาประเมินผลกระทบของการชลประทานจากโครงการลำพระเพลิง โครงการลำปาว โครงการลำน้ำอูน และโครงการลำตะคอง เพื่อศึกษาผลของเกลือที่อยู่ในดินที่มีผลต่อโครงการพัฒนาแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น โดยศึกษาตัวอย่างดินและน้ำกับปริมาณเกลือที่พบว่ามีระดับเกลืออยู่ในปริมาณที่เป็นอุปสรรคต่อโครงการชลประทานดังกล่าวหรือไม่

สมศรีและคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำใต้ดินต่อการแพร่กระจายดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2538 ที่บ้านพันดุง, บ้านกุ่มพระยา และบ้านบุระไฮว ตำบลพันดุง อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ที่ลุ่มจะมีความเค็มมากกว่าที่ดอน เนื่องจากน้ำใต้ดินไหลจากที่เนินลงสู่ที่ลุ่มต่ำและมีแรงดันการไหลของน้ำจากนอกพื้นที่ด้วย โดยไหลจากบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ และด้านเหนือไหลมาบรรจบกันสู่ที่ลุ่มต่ำแล้วไหลไปทางทิศตะวันออกและทิศใต้ของบ้านพันดุง ทำให้บริเวณพื้นที่ระบายน้ำดังกล่าวมีการสะสมเกลือสูงและเค็มจัด นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้พืชที่มีรากลึกไม่เกิน 2 เมตร เพื่อลดระดับน้ำใต้ดินเค็ม จะทำให้น้ำเค็มลดลงได้ และถ้าพืชมีระบบรากลึกเกิน 3 เมตร ก็จะไม่แตกต่างจากพืชที่มีระบบรากลึก 1-2 เมตร

อรุณีและคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาทดลองปลูกพืชชอบเกลือจากสหรัฐอเมริกา ชื่อ *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth ในระดับความเค็มต่าง ๆ กันในเรือนทดลอง พบว่า *S. virginicus* สามารถเจริญเติบโตมีชีวิตอยู่ได้ถึงระดับความเค็ม 400 mM-NaCl โดยพบว่าเกลือถูกขับออกมาจากใบและกาบใบ ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งที่ทำให้ *S. virginicus* ปรับตัวให้อยู่ได้ในความเค็มระดับสูง

2.1.2 ดินเปรี้ยว

ศุภนิษฐ์ (2521) กล่าวว่าปัจจัยที่ทำให้ดินเปรี้ยวไม่เหมาะสำหรับการปลูกพืชได้แก่ ในเรื่องความเป็นกรดของดิน, การเป็นพิษของอะลูมิเนียม, การเป็นพิษของเหล็ก, การเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์, ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืช ส่วนวิธีการป้องกันดินเปรี้ยวคือการให้ดินมีน้ำขังตลอดเวลา และใส่ปูนเพื่อลดความเป็นกรดของดิน

พจนีย์และคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาโดยใช้หินปูนปรับปรุงดินเปรี้ยวภาคใต้ของไทยบางชุดดิน โดยมีชุดดินรังสิต (Rs), ชุดดินธัญญบุรี (Tan), ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bp) และชุดดินระแงะ (Ra) พบว่า การเพิ่มอัตราการใช้หินปูนทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ไม่ถึงขั้นทำให้ดินเป็นด่าง ชาวที่คาดว่าเป็นพิษในดินก็ลดลง ซึ่งแล้วแต่ชนิด (series) ของดินโดยขึ้นกับค่ากรดศักย์ (potential acidity) แต่ละดินนั้น ซึ่งดินที่มีกรดศักย์สูง เช่น ชุดดินรังสิต (Rs) และชุดดินธัญญบุรี (Tan) ย่อมจะต้องใส่หินปูนมากกว่าดินอื่น เพื่อจะทำให้ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเป็นอิสระพอที่พืชจะดูดคลึงไปใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตมากขึ้น

หญิงเล็กและคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไฟโรไทน์ในดินกรดกำมะถันเมื่อได้รับปูนและอินทรีย์วัตถุ ในชุดดินรังสิต (Rs) และชุดดินรังสิตกรดจัด (Rs-very acid phase) ที่เก็บจากจังหวัดอุทัยและสระบุรี พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดเกิดขึ้นกับไฟโรไทน์และรูปต่าง ๆ ของกำมะถันและเหล็ก แต่การเติมปูนหรือปุ๋ยหมัก มีผลทำให้เกิดการเจือจางหรือเพิ่มขึ้นของธาตุบางตัวในตัวอย่างดิน

จักรพงษ์และคณะ (2539) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยหินฟอสเฟตบดที่มีต่อคุณสมบัติของดินเปรี้ยว ในเขตจังหวัด ปทุมธานี นครนายก ปราจีนบุรี หลังจากใส่ต่อเนื่องกัน 3 ปี พบว่าปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดและปริมาณอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงเป็นผลให้ pH ของดินโดยทั่วไปสูงขึ้นเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมาก แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและหินฟอสเฟตบด นอกจากจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้วยังช่วยยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องใส่ปูนเพิ่มเติม ยกเว้นในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด

2.1.3 มลพิษของดินจากการทำเหมืองแร่

ปรีกมาส (2525) กล่าวว่า การนำทรัพยากรธรณีหรือทรัพยากรแร่ธาตุขึ้นมาใช้ประโยชน์จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาการทำลายทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ปัญหาในเรื่องของน้ำเสีย น้ำทิ้ง และดินที่ได้มีการทำเหมืองมาก่อน

บุญวงศ์ และศรีรัตน์ (2533) ศึกษาผลกระทบของการทำเหมืองแร่ต่อนักต่อคุณสมบัติของดิน พบว่าจะเกิดผลกระทบทางลบต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เนื้อดินเป็นดินทราย ดินมีความเป็นกรดจัด ปริมาณธาตุอาหารพืชเหลืออยู่น้อยมาก แต่มีแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามกาลเวลาหลังจากการทำเหมืองแร่แปรเปลี่ยนไป

2.1.4 การเสื่อมสภาพของดิน

เล็กและสุนันท์ (2532) ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาหลักทางกายภาพของพื้นที่นาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปัญหาเกี่ยวกับสภาพความอุดมสมบูรณ์ต่ำในพื้นที่ปลูกข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นปัญหาที่มีพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปลูกข้าวที่สามารถพบได้ในเกือบทุกจังหวัด ยกเว้นจังหวัดเลยที่มีน้อยที่สุด และพบว่าพื้นที่ดินเค็มที่มีอยู่สูงในจังหวัดนครราชสีมา ไม่มีผลต่อผลผลิตเฉลี่ยของจังหวัดมากเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ จังหวัดนครพนมและหนองคายมีสภาพเอื้ออำนวยน้ำดีกว่าหลายจังหวัด และมีสภาพของปัญหาอื่น ๆ น้อยกว่าจังหวัดอื่น ๆ แต่ผลผลิตเฉลี่ยจัดอยู่ในประเภทที่มีความรุนแรงสูงมาก น่าจะเป็นผลมาจากปัจจัยทางชีวภาพมากกว่าทางกายภาพหรืออาจจะมีปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมมากกว่าปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการเอื้ออำนวยน้ำจะเป็นปัญหาร่วม โดยเฉพาะในจังหวัดที่มีพื้นที่ดินทรายสูง หรือมีพื้นที่แบบ flusial น้อย ดังนั้นในการพัฒนาหรือการวางแผนการวิจัยจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีที่ง่าย ๆ และสามารถแก้ไขปัญหามากที่สุดอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก สามารถจะลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในดินทราย เป็นต้น

อำนาจ (2523) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการใช้เครื่องทุ่นแรงกับการอนุรักษ์ดิน โดยกล่าวถึงผลกระทบในเรื่องความสูญเสียคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน เช่น ความหนาแน่น ความต้านทานแรงเฉือน ความพรุน และการซึมได้ของน้ำและอากาศ โดยสรุปได้ว่า แม้ว่าการใช้เครื่องทุ่นแรงในการเกษตรจะเป็นการเพิ่มผลผลิต แต่ถ้าหากใช้เครื่องทุ่นแรงทางการเกษตรอย่างไม่เหมาะสมและมีลักษณะการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อดินและอาจทำให้ผลผลิตที่ควรได้ลดลงอีกด้วย จึงควรมีความเข้าใจในการใช้เครื่องมือ รวมทั้งควรมีความรู้ทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในการไถพรวนดินอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ไพฑูรย์ และคณะ (2533) ได้ศึกษาการทำไร่เลื่อนลอยบนชุดดินคอกยปู บริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาที่สูงคอยแปเปือ จังหวัดตากและเชียงใหม่ โดยเน้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าการทำไร่เลื่อนลอยทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่จะก่อให้เกิดแนวโน้มที่จะทำความเสียหาย และเป็นข้อขัดข้องในการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

แวววรินทร์ (2535) กล่าวว่ากรมพัฒนาที่ดินได้มีการสำรวจและประเมินคุณภาพของดินอย่างกว้าง ๆ พบว่าในปัจจุบันดินบริเวณพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่จัดเป็นดินที่มีปัญหาในเรื่องผลผลิตทางการเกษตรที่ตกต่ำมากไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ หรือถ้านำมาใช้ก็จะเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง และผลจากการขยายตัวเพิ่มขึ้นของประชากรตลอดจนการขยายตัวภาคธุรกิจต่าง ๆ ทำให้พื้นที่ชุ่ม และที่ดินที่เหมาะสมต่อการเกษตรถูกนำมาใช้ในภาคธุรกิจ เกษตรกรจึงต้องขยายพื้นที่เพาะปลูกไปบนพื้นที่สูงด้วยการบุกรุกทำลายป่า

สิริลักษณ์ (2536) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงบางประการของดินภายหลังการเผา ณ ท้องที่คอยอ่างช้าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการทดลองปลูกพรรณไม้กระถินคอก, เมเปิลหอม และทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการเผาระยะเวลาต่าง ๆ ผลการศึกษาปรากฏว่า ภายหลังการเผาพื้นที่ สมบัติดิน ได้แก่ ความชื้น อัตราการแทรกซึม น้ำ ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน pH ในโตรเจนทั้งหมด

ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม อินทรีย์วัตถุ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกไม่เปลี่ยนแปลง แต่แมกนีเซียมเปลี่ยนแปลงไปโดยลดลง ส่วนภายหลังการเผาระยะเวลาต่าง ๆ สมบัติดินได้แก่ อัตราการแทรกซึม น้ำ ความพรุน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อินทรีย์วัตถุ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความชื้น pH แคลเซียม และแมกนีเซียม เปลี่ยนแปลงไป โดยเพิ่มขึ้น ส่วนไนโตรเจนทั้งหมดลดลง

อีกทั้ง คณิงนิจ (2539) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเผาดินเช่นกัน โดยทำการศึกษาที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง บริเวณป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขา ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา ทำการทดลองเผา และเก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังเผาในพื้นที่ทดลองขนาด 10X10 ตารางเมตร, 4X4 ตารางเมตร, 1X1 ตารางเมตร ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการเผา สมบัติดินมีแนวโน้มเหมือนกันทุกป่า กล่าวคือ ความชื้น ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค มีการเปลี่ยนแปลงไปโดยลดลง ส่วนความพรุน pH อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีการเปลี่ยนแปลงไปโดยเพิ่มขึ้น

2.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี

2.2.1 ธาตุพิษหรือโลหะหนัก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษในดินทางเคมี(ธาตุพิษหรือโลหะหนัก) ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 ซึ่งแหล่งของมลพิษส่วนใหญ่มีหลายแหล่งด้วยกันและในประเทศไทยพบว่าการปนเปื้อนของธาตุพิษต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 บริเวณแม่น้ำสายสำคัญ

ทวีศักดิ์และคณะ (2521) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่ว ปปรอท และแคดเมียม ในน้ำ และตะกอนดินในบริเวณอำเภอไทยคอนบน และพบว่าในตะกอนดินช่วงระยะ 2 ปี การเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 1 เปอร์เซนต์ นั่นคือปริมาณของตะกั่วในตะกอนดินจะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของแคดเมียมจะลดลง ส่วนปริมาณของปรอทจะไม่แตกต่างกัน

เปี่ยมศักดิ์และพิจาน (2521) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของทองแดง สังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในน้ำ ตะกอนดิน และสิ่งมีชีวิตของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยพบว่าบริเวณกรุงเทพมหานคร แหล่งอุตสาหกรรม และบริเวณปากแม่น้ำมีความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 5 ชนิดในตะกอนดิน และน้ำสูงกว่านอกบริเวณดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด ความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่ละลายอยู่ในน้ำ มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นเฉลี่ยในน้ำของโลก ซึ่งความเข้มข้นของแคดเมียมใน ตะกอนดินมีค่าสูงกว่าความเข้มข้นในตะกอนดินของโลก ส่วนโลหะหนักชนิดอื่น ในตะกอนดินมีค่าต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกับความเข้มข้นเฉลี่ยของโลก สำหรับความเข้มข้น

ในสัตว์น้ำพบว่ามีเพียงตะกั่วเท่านั้นที่มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 5 ชนิดในสัตว์น้ำยังคงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการนำมาบริโภค

มาลี (2528) ทำการศึกษาสารปรอทรวม และสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พบว่าสารปรอทรวมในดินตะกอน บริเวณเขตอุตสาหกรรมพระประแดง ตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำถึงบริเวณการทำเรือแห่งประเทศไทย มีค่าอยู่ในช่วง 0.130 ไมโครกรัม/กรัม ถึง 0.377 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนปริมาณสารปรอทอินทรีย์ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคของ Gas Chromatography พบว่าตัวอย่างดินตะกอนมีปริมาณปรอทเมธิลอยู่ในช่วง ND – 4.36 ng/g (น้ำหนักแห้ง) และไม่พบปรอทเอธิลในทุกตัวอย่าง

มนูวดี (2530) ศึกษาธรรมชาติของตะกอนดินในแม่น้ำบางปะกง พบว่าระดับความเข้มข้นของ Cd, Cu, Pb และ Zn ในตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะห่างจากปากแม่น้ำ แสดงว่าการตกตะกอนของโลหะหนักอื่นเนื่องมาจากการผสมผสานของน้ำแม่น้ำและน้ำทะเลเกิดขึ้นตลอดระยะทาง 81 กิโลเมตร โดยที่เกิดการตกตะกอนในแต่ละระยะเวลานั้นอยู่กับฤดูกาล มิได้เกิดเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ

พัชรา (2532) ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในอ่าวระยอง พบว่าความเข้มข้นของทองแดง สังกะสี และตะกั่ว ในน้ำ และในตะกอนในรอบปี 2530 ยังมีค่าในระดับปกติ การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของโลหะหนักทองแดง และสังกะสี ในน้ำแต่ละเดือน ยกเว้นตะกั่ว ไม่พบว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในตะกอน ค่าเฉลี่ยของทองแดงเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อารมณ (2535) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนธารน้ำจากการทำเหมืองแร่ตะกั่ว จังหวัดพัทลุง ซึ่งประกอบด้วยแร่ตะกั่วซัลไฟด์ แร่ทองแดง และแร่สังกะสี ผลการศึกษาพบว่า ตะกั่วมีค่าสูงในบริเวณต้นน้ำใกล้แหล่งแร่ตะกั่ว และลดต่ำลงไปตามทะเลสาบสงขลา (15.29 – 21.91 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ส่วนทองแดง สังกะสี โครเมียม และนิกเกิล มีปริมาณต่ำกว่าโลหะในดินปกติทั่วไป และจากการเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำครั้งที่ 2 และ 3 จากคลองชะรัด พบว่า โลหะส่วนใหญ่มีปริมาณเพิ่มขึ้น และพบสารหนู และแคดเมียมมีปริมาณสูง (3.40 – 12.00 และ 1.15 – 6.32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) นอกจากนี้ผลการศึกษาสภาวะทางเคมีของโลหะพบว่าความเป็นพิษของโลหะหนักเช่น สารหนู แคดเมียม และตะกั่ว อยู่ในรูปของ residual species ซึ่งมีปริมาณสูง แต่อยู่ในสภาพทางเคมีที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ส่วนปริมาณโลหะหนักที่มีปริมาณต่ำ เช่น ปรอท และพลวง อยู่ในสภาวะที่มีโอกาสก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมได้

จันทนา (2535) ได้ทำการศึกษการปนเปื้อนของสารตะกั่วในน้ำและตะกอนดินในแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ จ. สมุทรปราการ จนถึง จ. นครสวรรค์ ในฤดูน้ำมาก และฤดูน้ำน้อย พบว่าปริมาณตะกั่วมีค่าเฉลี่ย 3.57 ± 2.04 ไมโครกรัม/ลิตร ในฤดูน้ำมาก และ 10.73 ± 5.10 ไมโครกรัม/ลิตร ในฤดูน้ำน้อย นอกจากนี้ปริมาณตะกั่วที่พบส่วนมากอยู่ในรูปตะกั่วแขวนลอยถึง 98.88 % และ 1.12 % อยู่ในรูปตะกั่วละลายได้ โดยในตะกอนดินพบว่าในฤดูน้ำมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 ± 1.10 ไมโครกรัม/กรัม และในฤดูน้ำน้อยพบ 1.61 ± 1.19 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งปริมาณตะกั่วในน้ำระหว่างฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อยพบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($= 0.05$) สำหรับการกระจายตัวของตะกั่ว พบว่าทางตอนต้นของแม่น้ำมีปริมาณตะกั่วในน้ำสูง ในตะกอนดินมีปริมาณต่ำ ส่วนบริเวณปากแม่น้ำมีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำ ในขณะที่พบในตะกอนดินสูง

ศักดิ์สินทร์ (2537) ศึกษาแคดเมียม และสังกะสี ในน้ำ ตะกอน และหอยกาบของแม่น้ำปิงตอนล่าง ระหว่างเดือนมีนาคม 2535 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2536 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเฉลี่ยของโลหะแคดเมียม และสังกะสี ในน้ำมีค่าเท่ากับ 1.50 และ 40.51 ไมโครกรัม/ลิตร และพบในตะกอนมากกว่าตะกอน ส่วนปริมาณแคดเมียม และ สังกะสีในตะกอน มีค่าเฉลี่ย 0.83 และ 90.66 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณจุดทิ้งน้ำของโรงงานถลุงสังกะสี จังหวัดตาก และพบ แคดเมียม และสังกะสีจากผิวของชั้นหินตะกอน มีปริมาณสูงสุดที่ความลึก 5 – 10 เซนติเมตร ในบริเวณเดียวกัน ส่วนในหอยกาบพบอยู่ในช่วง 3.60 – 5.56 (Cd) และ 73.44 – 126.97 (Zn) ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักเปียก

ลักขณา (2538) ศึกษาการสะสมของ Cr, Cu, และPb ในตะกอนที่ทราบอายุจากบางบริเวณของอ่าวระยองนอกชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยนำแท่งตัวอย่างตะกอน 2 แท่ง จากบางบริเวณของอ่าวระยองไปวิเคราะห์ Cr, Cu, Pb และAl พร้อมทั้งหาอายุด้วยวิธีกัมมันตรังสี พบว่าตะกอนชั้นที่ลึกที่สุดมีอายุก่อนการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทย และปริมาณโลหะหนักในตะกอนชั้นล่างกับตะกอนชั้นบน แสดงความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะหนักกับธาตุอ้างอิงแล้วพบว่า การสะสมของโลหะหนักในตะกอนที่อยู่ลึกลงไปมีลักษณะใกล้เคียงกับตะกอนผิวหน้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ทำให้ยังไม่สามารถยืนยันได้ชัดเจนว่า ความเข้มข้นของโลหะหนักในตะกอนที่พบอาจจะมาจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

ศุลวิทย์ (2539) ทำการศึกษาประเมินเบื้องต้นของธาตุอ้างอิงในลุ่มน้ำแม่กลอง โดยตัวอย่างหิน และดิน จากลุ่มน้ำแม่กลองจำนวน 62 ตัวอย่าง ตะกอนที่นำมาวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์โดยวิธี ย่อยสลายหมด โดยนำตัวอย่างหิน และดิน มาศึกษาองค์ประกอบของธาตุ แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ Al, Fe, Mn, Zn, Cu และ Pb และพบว่า Fe, Zn, Cu, และ Pb มีความสัมพันธ์กับ Al ส่วน Zn Cu และ Pb มีความสัมพันธ์กับ Fe ในระดับที่น้อยกว่า Al ขณะที่ Mn ไม่แสดงความสัมพันธ์กับโลหะหนักชนิดใดที่ศึกษาเลย

สมศักดิ์ (2539) ทำการศึกษาระยะการกระจายของโลหะหนักในตะกอนจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก โดยงานวิจัยนี้ได้เก็บตัวอย่างตะกอนโดยใช้ท่อโลหะไร้สนิม ผลการศึกษาพบว่าตะกอนด้านทิศเหนือของทะเลน้อยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงตลอดช่วงความลึกที่เก็บตัวอย่าง ประมาณ 1 เมตร สำหรับความเข้มข้นของโลหะหนักพบว่าตะกอนจากทะเลน้อยมี ทองแดง สังกะสี นิกเกิล แคดเมียม และโครเมียม สูงกว่าตะกอนจากทะเลหลวง ลักษณะการสะสมของทองแดง และสังกะสี พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอินทรีย์วัตถุ ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักทุกธาตุในการศึกษานี้พบว่าอยู่ในระดับปกติ สรุปได้ว่าตะกอนทั้งจากทะเลน้อย และทะเลหลวงมีการปนเปื้อนของโลหะหนักอย่างมีนัยสำคัญ

สุทธชาย (2540) ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ ดินตะกอน และหอยขาม บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2538 – กุมภาพันธ์ 2539 มีนาคม 2539 – มิถุนายน 2539 และ กรกฎาคม 2539 – ตุลาคม 2539 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณโลหะหนักในน้ำมี $Mn > Zn > Pb > Cu > Cd > Ni > Cr$ ปริมาณโลหะหนักในดินมี $Mn > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 481.83, 73.58, 23.89, 20.17, 18.69, 18.43 และ 0.81 ppm ตามลำดับ และปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน พบ $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 543.20, 113.35, 33.40, 27.62, 20.92, 18.84 และ 0.88 ppm ตามลำดับ โดยสรุปปริมาณ

โลหะหนักในดิน ดินตะกอน มีค่าเฉลี่ยในระดับที่ไม่เกินค่าวิกฤต สำหรับปริมาณโลหะหนักในหยูาชนเรียงลำดับได้ดังนี้ $Mn > Pb > Zn > Ni > Cd > Cu > Cr$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 127.20, 74.98, 44.07, 25.72, 12.20, 5.71 และ 0.64 ppm ตามลำดับ

2.2.1.2 บริเวณอ่างเก็บน้ำ

กรมทรัพยากรธรณี (2538) ได้สำรวจสภาพการแพร่กระจายของสารตะกั่วรอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จากการสำรวจพบว่า ผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารตะกั่วและโลหะหนักรอบบริเวณอ่างเก็บน้ำโดยทั่วไปอยู่ในระดับต่ำ แต่พบการแพร่กระจายของสารตะกั่วในน้ำและตะกอนสูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ได้มีการจัดทำแผนที่แสดงการแพร่กระจาย และมีการกำหนดมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งมีการเผยแพร่ผลการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

Tawatchai (1984) กล่าวว่าปริมาณแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส นิกเกิล เหล็ก ปนเปื้อนใน lignite laterite soil และ airborne particulates บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่จูน จ. ลำปางอีกด้วย Artykul et al. (1990) พบว่ามีปริมาณสารหนูในดินและตะกอนดินท้องน้ำใน อ. ร่อนพิบูลย์ จ. นครศรีธรรมราช โดยในดินพบว่ามีสารหนูปนเปื้อนอยู่ในช่วง 50 – 4000 ppm และในตะกอนดินท้องน้ำอยู่ในช่วง 130 – 6500 ppm โดยในชั้นดินบนพบสารหนูในปริมาณที่สูงซึ่งมีการปล่อยออกมาจากบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ และพบปริมาณสารหนูในดินเหนียวมากกว่าในดินทราย

นัทธีรา (2532) พบว่ามีการสะสมของโลหะหนักในบึงมักกะสัน เช่น เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว แคดเมียม ทั้งในน้ำ ตะกอนดิน และผักตบชวาโดยโลหะหนักที่สะสมอยู่นั้นจะอยู่ในรูปของแข็งมากกว่ารูปที่ละลายได้ซึ่งการปนเปื้อนของโลหะหนักในบึงมักกะสันนี้เกิดขึ้นทั้งโดยธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์

2.2.1.3 บริเวณนิคมอุตสาหกรรม

กรกช (2534) พบว่ามีการปนเปื้อนของสาร โลหะหนัก เช่นปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดลงสู่อ่าวระยอง โดยพบว่าปริมาณปรอทรวมพบในตะกอนดิน 0.16 – 1.65 mg/kg ขณะที่พบในแม่น้ำระยอง 0.25 – 3.94 mg/kg และพบ organic Hg 0.038 – 0.089 mg/kg และ 0.041 – 0.081 mg/kg ตามลำดับ ส่วน total Pb พบ 0.30 – 6.30 mg/kg และ 6.73 – 13.38 mg/kg ตามลำดับ และ total Cd พบ 0.38 – 0.67 mg/kg และ 0.16 – 0.30 mg/kg ตามลำดับ และพบว่า Hg มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า Pb และ Cd ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา

2.2.1.4 บริเวณริมถนน

นวลฉวี และคณะ (2520) ทำการศึกษาตะกั่วในดินในกรุงเทพมหานคร พบว่ามีการสะสมของตะกั่วในปริมาณสูง และพบมากที่สุดบริเวณเกาะกลางถนน โดยถนนพหลโยธินพบปริมาณตะกั่วมากที่สุด คือ 70.2 ส่วนในล้านส่วน เมื่อเทียบกับถนนลาดพร้าว และบางนาตราด

พิมล และคณะ (2520) ศึกษาหาปริมาณตะกั่วในดินที่เก็บมาจากบริเวณแหล่งชุมชนในเขต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และข้างทางไฮเวย์สายเชียงใหม่-ลำปาง บริเวณกิโลเมตรที่ 1-11 ผลการทดลองพบว่า ตะกั่วในตัวอย่างดินมีปริมาณตั้งแต่ 1.52 - 143 ppm และพบว่าปริมาณตะกั่วในตัวอย่างดินที่เก็บในจังหวัดเชียงใหม่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี

เปี่ยมศักดิ์ (2520) ได้ทำการสำรวจระดับของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมบริเวณอำเภอพระประแดง ที่มีการเอากากหม้อแบตเตอรี่ไปถมที่ดิน พบว่าระดับตะกั่วในผิวดิน และถนนที่ถูกถมด้วยกากแบตเตอรี่มีค่าสูงกว่าถนนที่ไม่ได้ถูกถมด้วยกากแบตเตอรี่ ประมาณ 25 เท่า และพบในน้ำบาดาลที่ใช้ดื่ม และประกอบอาหารสูงกว่าระดับปกติ 10 เท่า ในพืชผักมีสูงกว่า 13 ส่วนในล้านส่วน และพบในเลือดเด็ก 69 คน โดยสูงกว่าระดับปกติประมาณ 2 เท่า

เปี่ยมศักดิ์และกัลยา (2521) ได้ทำการสำรวจระดับของตะกั่วในบริเวณดินที่มีการนำเอากากหม้อแบตเตอรี่ไปถมในอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าระดับตะกั่วในผิวดินและถนนที่ถูกถมด้วยกากแบตเตอรี่มีค่าสูงกว่าถนนที่ไม่ได้ถูกถมโดยกากแบตเตอรี่ประมาณ 25 เท่า ส่วนน้ำและอาหารมีระดับสูงกว่าปกติ 10 เท่า ในพืชผักมีตะกั่วอยู่สูงกว่า 13 ppm ส่วนระดับตะกั่วในเลือดเด็กมีค่าเฉลี่ย 1.28 ppm ซึ่งสูงกว่าระดับปกติประมาณ 2 เท่าและตะกั่วในเส้นผมของเด็กที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นมีค่าสูงกว่าเด็กที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน 10 เท่า โดยหมู่บ้านแห่งนี้ได้ถูกเจือปนโดยตะกั่วอย่างรุนแรง

Preeyaporn (1991) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของสารตะกั่วในดินริมถนนบริเวณกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ โดยพบปริมาณตะกั่วโดยเฉลี่ยในดินริมถนน 490 ไมโครกรัม/กรัม โดยพบอยู่ในช่วง 40.0 - 2677 ไมโครกรัม/กรัม ปริมาณตะกั่วพบในดินริมถนนในกรุงเทพมหานครสูงกว่าปริมาณเฉลี่ย โดยในกรุงเทพมหานครพบที่ถนนเพชรบุรีสูงสุดคือ 777.8 ไมโครกรัม/กรัม และพบที่ถนนเพชรเกษมต่ำสุดคือ 47.0 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับเขตปริมณฑลพบใน จังหวัดสมุทรปราการ 482.0 ไมโครกรัม/กรัม นนทบุรี 196.8 ไมโครกรัม/กรัม และปทุมธานี 143.8 ไมโครกรัม/กรัม โดยคุณสมบัติของดิน อันได้แก่ ระดับฟอสเฟต pH และอินทรียวัตถุ พบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในดิน

2.2.1.5 เขตอุตสาหกรรมและสถานกำจัดมูลฝอย

สุคติ (2528) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส สังกะสีในดิน และกากของเสียจากโรงงานถ่านไฟฟ้า เขตบางแค กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาเปรียบเทียบฤดูกาลที่อาจจะมีผลต่อการสะสมของโลหะหนัก เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในเขตโรงงานอุตสาหกรรม และเขตที่ไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรม

กรรม จากการทดลองพบว่า ปริมาณของแมงกานีส และสังกะสีสะสมอยู่ในดิน และในกากของเสียในเขตโรงงาน อุตสาหกรรมในปริมาณที่สูงมากถึงระดับที่อาจจะมีผลต่อการทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษได้ อีกทั้งโรงงานมีการปลดปล่อยให้โลหะหนักลงสู่สภาพแวดล้อมเป็นจำนวนมาก และเป็นเวลานาน โดยไม่ได้มีวิธีการกำจัดของเสียเหล่านั้นคือพอ ทำให้ฤดูกาลแทบจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการลดปริมาณการสะสมของโลหะหนักในดินที่อยู่ในเขตโรงงานอุตสาหกรรมด้านไฟฟ้าเลย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมระหว่าง 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

ประไพ และคณะ (2533) ศึกษาสารหนูในดิน และน้ำ บริเวณเหมืองแร่เก่าที่มีแร่อาร์เซนไพไรต์ที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ เปรียบเทียบกับบริเวณอื่นที่ไม่ใช่เหมืองแร่เก่า ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสารหนูในดิน บริเวณเหมืองแร่เก่ามีความเข้มข้นสูงถึง 84 – 248 ppm ซึ่งสูงกว่าดินในบริเวณอื่น นอกจากนี้ น้ำที่ไหลผ่านเหมืองแร่เก่า และมีลักษณะเป็นดินทราย จะมีสารหนูเจือปนอยู่ในน้ำสูง 0.92 – 4.59 ppm ในขณะที่แหล่งน้ำที่ไหลผ่านดินเหนียวหรือแหล่งน้ำจากแหล่งอื่น ๆ พบว่ามีสารหนูจำนวนน้อยมาก (trace – 0.04 ppm)

นภวัธ (2537) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินและพืชบางชนิดจากเขตอุตสาหกรรมและพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงในเขต 3 อำเภอของจังหวัดสมุทรปราการ โดยได้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในพืชตัวอย่างส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน และปริมาณตะกั่วในดินตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใต้ดินของพืชมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าส่วนเหนือดิน และพืชจากเขตอุตสาหกรรมมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม ปริมาณตะกั่วสูงสุดพบในดินที่มาจากเขตอุตสาหกรรม ในขณะที่ปริมาณต่ำสุดพบในดินที่มาจากพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียง นอกจากนี้ ตัวอย่างพืชตัวอย่างที่ใช้เป็นอาหารพบว่า มีตะกั่วปริมาณสูงเกินมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

สำหรับในส่วนของการศึกษาการปนเปื้อนบริเวณใกล้เคียงสถานกำจัดมูลฝอยนั้น วรณพร และธนศ (2535) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของปรอท แคดเมียม และแมงกานีสในตะกอนดิน พบว่าตะกอนดินในบ่อพักน้ำระมูลฝอยจาก สถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชมีการปนเปื้อนของปรอท แคดเมียม และแมงกานีสในปริมาณที่สูงกว่าที่ตรวจพบในตะกอนดินบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียงโดยรอบ พบปริมาณโลหะหนักมีค่าไม่แตกต่างจากปริมาณที่ตรวจพบในตะกอนดินบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียงมากนัก นอกจากนี้ยังพบว่า ทั้งสองสถานกำจัดมูลฝอยและบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียง พบปริมาณปรอทและแมงกานีสสะสมอยู่ในตะกอนดินมีปริมาณมากกว่าที่พบในน้ำระมูลฝอยมาก โดยเฉพาะปรอทมีค่าสูงกว่าระดับปกติที่พบในตะกอนดินทั่วไป ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของโลหะหนักที่อาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศในอนาคตได้

2.2.1.6 บริเวณอื่นๆ

พัชรวดี (2528) ศึกษาผลของการตกตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียต่อการเติบโต และการสะสมโลหะหนักบางชนิดของผักคะน้าในสภาพเรือนทดลอง ตะกอนที่ใช้ประกอบด้วยกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งชุมชน และกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งโรงงานฆ่าสัตว์ อัตราที่ใส่มี 4 อัตราคือ 20, 40, 60 และ 80 ดัน/เฮกตาร์ ผลการทดลองพบว่า อัตรา 20 ดัน/เฮกตาร์ เป็นอัตราที่ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดสำหรับกากตะกอนทั้ง 2 ชนิด และสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี การใส่กากตะกอนทำให้โลหะหนัก 7 ธาตุที่ศึกษา คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส

นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี มีแนวโน้มที่จะสะสมในดินเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ และการใส่กากตะกอนจะช่วยให้มี แอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน ตกค้างอยู่ในดินในระดับสูง แต่ทำให้ pH ของดินลดลง นอกจากนี้ คาดว่าตะกอนที่ใส่จะทำให้ Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb และ Zn มีแนวโน้มที่จะสะสมในดินเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้

ถัสดาวรณ (2528) ทำการศึกษาอิทธิพลของความเป็นกรด Al, Fe และ Mn ต่อความเข้มข้นสารพิษบาง ชนิดในดิน, ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของข้าว กข. 28 ในดินเปรี้ยวจัด โดยการ ทดลองนี้เป็นการทดลองในภาคสนาม ผลการทดลองพบว่า เมื่อปรับความเป็นกรดของดินก่อนปลูกข้าว 1 ตัปดาร์ ทำให้ pH ของสารละลายดิน และดินลดลง นอกจากนี้ยังทำให้มีการละลายเพิ่มขึ้นของ Al, Mn และ เฟอร์ริต

ประสพ และคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะของ metal-humus complexes ในดินชั้น A ของ ไทย และเกาหลี โดยการสกัดด้วยไพโรฟอสเฟต พบว่า ในดินทรายไทย และเกาหลีที่มีปริมาณดินเหนียวน้อยกว่า 15 % ปริมาณของ Al_{pyr} และ Fe_{pyr} จะมีน้อย และให้ค่าสัดส่วนของ $(Al + Fe)_{pyr} / C_{pyr}$ แคบ สัดส่วนของ Al_{pyr} / C_{pyr} และ Fe_{pyr} / C_{pyr} ดินไทยกว้างขวาง และดินเกาหลีหนึ่งในสามตัวอย่าง อะลูมิเนียมใน humus complexes น่าจะเกิดในรูป $Al(OH)^{2+}$ ส่วนเหล็กใน humus complexes เกิดในรูป $Fe(OH)^{2+}$ และในดินไทยทั้ง 3 ชุด (ปากช่อง แม่ริม และแม่ เจริญ) และเกาหลี 2 ชุด (bancheon และ mureong) ค่าสัดส่วน atomic ของ exchangeable Ca / C_{pyr} อยู่ระหว่าง 0.08 – 0.40 ซึ่งครึ่งหนึ่งของ humus ที่สะสมจะอยู่ในรูป Ca-humus complexes

กรองแก้ว (2532) ศึกษาการดูดซับ และการปลดปล่อย Cd, Ni และ Zn ของดินชั้นบนของดินชุดบ้านหมี่ กำแพงแสน ปากช่อง และนราธิวาส โดย 3 ชุดดินแรกเป็นดินแร่ ผลการทดลองพบว่า ชุดดินบ้านหมี่ซึ่งเป็นชุดดิน แร่ ดูดซับโลหะหนักได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ปากช่อง กำแพงแสน และนราธิวาส ส่วนลำดับความสามารถของการ ดูดซับแบบเลือกสรรของโลหะ Cd และ Ni พบว่าการดูดซับจะขึ้นอยู่กับวัตถุที่ใช้แลกเปลี่ยนประจุบวก ส่วนดิน ชุดที่อิ่มตัวด้วยแคลเซียม พบว่าปริมาณ และความสามารถในการดูดซับ แบบเลือกสรรของโลหะทุกชนิด เพิ่มขึ้น มากกว่าชุดดินธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า pH ของการละลายไม่มีผลต่อการดูดซับโลหะหนัก ยกเว้นดินชุด บ้านหมี่ ซึ่งพบว่าการดูดซับมีแนวโน้มลดลง ส่วนการปลดปล่อยโลหะหนักพบว่าใน pH ที่เริ่มต้นต่างกัน ชุดดิน กำแพงแสนสามารถปลดปล่อยได้ดีที่สุด รองลงมาคือชุดดินปากช่อง และชุดดินบ้านหมี่

ศิริณี (2534) ทำการศึกษาผลของการตกตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเจริญเติบโต และการ สะสมในพืชผัก บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม จ.ปทุมธานี โดยการเติมกากตะกอนลงในดินอัตรา 1,600 และ 3,200 กิโลกรัม/ไร่ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมของโลหะหนัก ของพืชผัก 4 ชนิดคือ ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง และผักบุ้งจีน รวมทั้งการตกค้างของโลหะหนักในดิน ผลการทดลองพบว่า โลหะหนักส่วนใหญ่ตก ค้างในดิน หลังจากเติมกากตะกอน คือ Pb, Cd, Cu และ Fe มีปริมาณไม่แตกต่างจากตำรับทดลองอื่น ๆ มีเพียงการ ตกค้างของ Ni ในดินที่ปลูกผักกวางตุ้ง และ Zn ในดินที่ปลูกผักทั้ง 4 ชนิดที่มีปริมาณมากขึ้น ส่วนการเติมอัตรา เติมกากตะกอนลงในดิน มีผลทำให้สังกะสีตกค้างในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามปริมาณ โลหะหนักที่ตกค้างในดินทุกแปลงทดลองยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร

อรทัย (2535) พบปริมาณตะกั่วสะสมในชั้นดินของป่าชายเลน บริเวณคลองท่าฉาง อำเภوتاฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน ผลการศึกษาพบว่า ดินชั้นบนมีการสะสมของตะกั่วมากกว่าดิน

ชั้นล่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตะกั่วที่พบนี้ไม่ได้เกิดจากการสลายตัวตามธรรมชาติ แต่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่มีการสร้างสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ซึ่งในที่สุดก็จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้

อรรณพ (2535) ทำการศึกษาความเป็นพิษของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม จากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อผักคะน้าและผักกาดหอม โดยใช้อัตราเดิม 20 เมตริกตัน/เฮกตาร์ (50 กรัม/กระถาง) ในส่วนของกากตะกอนนั้นนำมาจาก anaerobic digester ของโครงการบำบัด น้ำเสียชุมชนห้วยขวาง ผลการศึกษาพบว่า สังกะสีมีการสะสมในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้าและผักกาดหอม เพิ่มขึ้นตามอัตราการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนัก แต่ระดับที่พบนั้นยังไม่ถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืช อรรณพจึงเสนอว่าน่าจะเลือกสังกะสีเป็นดัชนีในการบ่งชี้แนวโน้มของความเป็นพิษของโลหะจากกากตะกอน สำหรับทองแดงและแคดเมียมในดินหลังปลูกพืช รวมทั้งตะกั่วในดินหลังปลูกผักคะน้ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามการเติมเกลือ อนินทรีย์ของโลหะหนัก ส่วนเหล็ก แมงกานีส และนิกเกิลไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน สำหรับการปลดปล่อย โลหะหนักจากกากตะกอนพบว่าทองแดงจะถูกปลดปล่อยจากกากตะกอนได้เร็วที่สุด รองลงมาได้แก่ สังกะสีและแคดเมียม นอกจากนี้ไม่พบอาการผิดปกติเนื่องจากความเป็นพิษของ โลหะหนักในพืชทดลองทั้ง 2 ชนิด จึงอาจกล่าวได้ว่าไม่มีความเสี่ยงต่อความเป็นพิษของโลหะหนักต่อพืชเนื่องจากการเติมกากตะกอน ณ ระดับ 20 เมตริกตัน/เฮกตาร์

ดาวรุ่ง (2538) ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิด และธาตุอาหารหลัก ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม โดยศึกษาโลหะหนักในรูป โลหะหนักทั้งหมด และรูปที่พืชสามารถดูดได้จากวิธีการสกัด 4 วิธี ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนวิเคราะห์พบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดได้ 8 ธาตุ พบ Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd และ Hg ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินอีก 8 ชนิด พบโลหะหนักทั้งหมดได้เพียง 4 ชนิด คือ Mn, Zn, Cu และ Cr และโลหะหนักยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน สำหรับปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี มีความสัมพันธ์ดังนี้ คือปริมาณที่สกัดด้วย $H_2O = KNO_3 < < < DTPA < EDTA$

ปฤษฎา (2542) ศึกษาปริมาณตะกั่วในดิน และน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี พบว่าในบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนมีตะกั่วมากกว่าพื้นที่นาทุ่งและนาข้าว โดยปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยคือ 1.865, 0.429 และ 0.475 ส่วนในล้านส่วนของน้ำหนักดินแห้ง โดยคิดเป็นร้อยละ 67.35, 15.49 และ 17.16 ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วในน้ำทะเล แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าน้ำที่ไหลผ่านชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงกว่าน้ำทะเลบริเวณอื่น เช่น ที่คลองลิเล็ด อ. พุนพิน มีปริมาณตะกั่วสูงกว่า อ. กาญจนดิษฐ์ อ. ท่าฉาง และอ. คอนสัก โดยมีค่าเป็น 0.831, 0.221, 0.207 และ 0.161 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

มาลี (2542) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในน้ำ ดินตะกอน และดิน บริเวณจังหวัดเพชรบุรี โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ การปนเปื้อนในเขตเมือง และเขตชนบท พบว่าในเขตเมืองคาดว่าจะมีความเสี่ยงในเรื่องการปนเปื้อนในแม่น้ำที่ผ่านชุมชน ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบท่อเทศบาล และยังพบในตะกอนในท่อระบายน้ำเสียอีกด้วย และพบว่าปริมาณสารหนูในน้ำในแม่น้ำเพชรบุรี ในฤดูฝนพบสารหนูสูงกว่าในฤดูอื่น ส่วนบริเวณอื่นนอกจากนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ และยังพบสารหนูในตะกอนในท่อระบายน้ำเสียในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่นอีกด้วย สำหรับการสะสมของสารหนูในตะกอนแม่น้ำจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอนินทรีย์ไปเป็นสาร

อินทรีย์สะสมอยู่ภายในตะกอน ส่วนการปนเปื้อนในบริเวณชนบท ในดินพบว่าแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้แก่ พื้นที่ป่าธรรมชาติ พืชไร่ พืชสวน นาข้าว และป่าชายเลน พบว่าป่าชายเลนมีการปนเปื้อนของสารหนูมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งในเขตชนบท และเขตเมืองยังมีสารหนูปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ปกติของดิน

พิชิต และคณะ (2542) ได้ประเมินการปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักในดินตามท้องที่ต่าง ๆ คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งตัวอย่างดินจากแปลงทดลองปุ๋ยในระยะยาว มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักต่าง ๆ คือ As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb และ Zn เพื่อประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน ผลการศึกษาพบว่า ในแต่ละท้องที่ของประเทศไทย ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินแตกต่างกันมาก เช่น 0.5 – 124 มก. As/กก. 0.001 – 0.294 มก. Cd/กก. 0.1 – 114 มก. Co/กก. 0.001 – 0.268 มก. Hg/กก. 0.5 – 550 มก. Pb/กก. และยังพบอีกว่าความเข้มข้นของ Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, Zn และ Cu ในดินที่ได้ปุ๋ยอินทรีย์เทศบาลระยะยาวสูงกว่าความเข้มข้นมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์เทศบาลมีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่มาก นอกจากนั้นยังพบว่า แคลเซียม ตะกั่ว พรอท และทองแดง ไม่ถูกชะละลายลงไปในดินชั้นล่าง

จุไร และคณะ (2542) ทำการศึกษาปริมาณอาร์เซนิกในดิน และพืชซึ่งปลูกในดินที่มี As ปนเปื้อน โดยพืชที่ปลูกได้แก่ ผักบุ้ง ตะค้า และหอมแบ่ง โดยปลูกบนดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี และเป็นดินที่ไม่ได้ใส่สารประกอบสารหนู และใส่สารประกอบของสารหนู และนำดินก่อนปลูก และหลังปลูกพืชมาวิเคราะห์ปริมาณสารหนู โดยสกัดด้วยสารละลายต่าง ๆ คือ สกัดดินด้วยกรดสองชนิด กรดเกลือเข้มข้น 0.5 นอร์มอล และน้ำกลั่น i รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณสารหนู พบว่าปริมาณสารหนูที่ผักบุ้งดูดซึมจะพบสูงกว่าสารหนูในตะค้า และหอมแบ่ง และพบว่าปริมาณสารหนูถูกดูดซับจากดินไปสะสมในส่วนรากพืชมากกว่าส่วนที่รับประทานได้ ของทุก ๆ พืช และทุกคำรับทดลอง

นิตยาพร และคณะ (2542) ทำการศึกษากการปนเปื้อนของ Cd ในดิน ในพื้นที่บางแห่งของประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมี และหินฟอสเฟต พื้นที่เพาะปลูกซึ่งได้รับน้ำเสีย และจากตะกอนน้ำเสียจากชุมชน และการเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ใกล้เคียงโรงงานถลุงสังกะสี จังหวัดตาก และบริเวณเหมืองแร่สังกะสี อำเภอแม่สอด ผลการวิเคราะห์พบว่า Cd ในดินที่เพาะปลูกในภาคกลาง มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด 0.94 ppm โดยดินเพาะปลูกจากลพบุรี มีค่าสูงสุดคือ 2.73 ppm ส่วนในพื้นที่ซึ่งปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีสูตรต่างกัน ปริมาณ Cd เฉลี่ยสูงสุดคือ ดินจากพื้นที่ปลูกผัก (11.35 ppm) พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และมีปริมาณ Cd เท่ากับ 17.10 ppm นอกจากนี้ดินซึ่งรับน้ำเสียจากการเลี้ยงไก่ ในจังหวัดสมุทรปราการมี Cd สูงสุด 0.95 ppm และดินในบริเวณพื้นที่เหมืองแร่สังกะสี อ. แม่สอด จ. ตาก มี Cd เฉลี่ยสูงถึง 228.50 ppm

2.2.2 สารพิษทางการเกษตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษในดินทางเคมี(สารพิษการเกษตร) ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 มีดังต่อไปนี้

สุนทร และคณะ (2518) ได้ทำการศึกษาผลของสารกำจัดแมลงอโวกรินที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียในดิน ซึ่งทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินที่ได้รับสารกำจัดแมลงกับดินที่ไม่ได้รับสารกำจัดแมลง โดยเก็บดินตัวอย่างจากสวนในอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และดินที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกในบริเวณใกล้เคียง ปรากฏว่าได้ผลเหมือนกันทั้ง pH และ texture แต่ดินที่ได้รับการฉีดสารชนิดนี้มานานมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินที่ไม่เคยได้รับการฉีดสารนี้มาก่อน

พงศ์ศรี และคณะ (2519) ทำการศึกษาวินิจฉัยวัตถุตกค้างในดินเกษตรกรรมในท้องที่อำเภอต่างๆของจังหวัดราชบุรี ลพบุรี และจังหวัดต่างๆทางภาคเหนือและภาคใต้ ผลการวิเคราะห์พบว่าดินทุกตัวอย่างมีวัตถุมีพิษชนิด chlorinated hydrocarbons ปะปนอยู่ นอกจากนี้ยังพบวัตถุมีพิษพวก organophosphate ด้วยในตัวอย่างของจังหวัดราชบุรีและจังหวัดต่างๆทางภาคเหนือ ได้แก่ parathion และmethyl parathion นอกจากนี้พบว่าดินเกษตรกรรมจากอำเภอต่างๆของจังหวัดราชบุรี มีวัตถุมีพิษตกค้างสูงกว่าดินจากอำเภอต่างๆของจังหวัดลพบุรีและจังหวัดต่างๆทางภาคเหนือและภาคใต้ โดยเฉพาะดินจากอำเภอดำเนินสะดวก พบวัตถุมีพิษชนิด dieldrin และ DDT ปริมาณสูงจนน่าวิตก ว่าอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

จรูญ (2522) ทำการวิเคราะห์ปริมาณวัตถุมีพิษที่ตกค้างในดิน บริเวณโครงการชลประทานหนองหวาย อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเก็บตัวอย่างจาก 8 หมู่บ้าน จำนวน 72 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ใช้วิธี Soxhlet Extraction มีสารละลายผสมของ hexane และ acetone อัตราส่วน 1:1 สำหรับสกัดสารพิษกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน และ chloroform-methanol อัตราส่วน 9:1 สำหรับสกัดสารพิษกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต พบสารพิษตกค้างในทุกตัวอย่างทั้งกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน และออร์แกนโนฟอสเฟต ดังนี้ &-BHC, lindane, heptachlor, aldrin, heptachlor- epoxide, o,p'-DDE, p,p'-DDE, dieldrin, o,p'-DDT, endrin, p,p'-TDE, p,p'-DDT, dimethanoate, malathion, methyl parathion และ parathion

วิภา (2522) ทำการศึกษาสารพิษตกค้างในปลา น้ำ และตะกอนดิน บริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยทำการเก็บตัวอย่างปลา 112 ตัวอย่าง, น้ำ 98 ตัวอย่าง และตะกอนดิน 30 ตัวอย่าง ในช่วงปี 2521-2522 ด้วยวิธี แกสโครมาโตกราฟี พบว่า ตัวอย่างปลา 93 ตัวอย่าง น้ำ 7 ตัวอย่าง และตะกอนดิน 30 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนทั้งสิ้น โดยเฉพาะ heptachlor dieldrin และ total DDT ซึ่งเป็นสารพิษที่ตรวจพบมากที่สุด

นวลศรี และคณะ (2523) ทำการศึกษาระดับปริมาณสารพิษตกค้างตะกอนดินจากแม่น้ำสายสำคัญ 4 สาย คือ เจ้าพระยา ท่าจีน บางปะกง และแม่กลอง รวมทั้งบริเวณอ่าวไทยตอนบน ทำการตรวจวิเคราะห์จากจำนวนตัวอย่าง 34 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างใน 33 ตัวอย่าง ซึ่งตรวจพบสารพิษตกค้างชนิด chlorinated-hydrocarbons ได้

แก่ dieldrin, DDT และ derivatives, endrin และ PCBs สูงกว่าที่เคยสำรวจในปีก่อนๆ โดยเฉพาะ dieldrin พบสูงสุดในบริเวณปลายเปิดของแม่น้ำท่าจีน และพบ PCBs สูงสุด ในแม่น้ำเจ้าพระยาแถบสะพานกรุงเทพ

พงศ์ศรี และคณะ (2523) ทำการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในดิน เกษตรกรรมจากแหล่งที่เก็บ 3 ตำบลของอำเภอต่างๆในจังหวัด นนทบุรี และปทุมธานี ตรวจพบสารมีพิษในชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน ในทุกตัวอย่าง คือ PCBs, dieldrin, DDT และ derivatives และ aldrin นอกจากนี้พบว่า ปริมาณสารพิษที่พบในดินเกษตรกรรมจากจังหวัดปทุมธานีค่อนข้างสูงกว่าจากจังหวัดนนทบุรี และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจปี 2522 พบว่าสารพิษตกค้างในดินมีแนวโน้มสูงขึ้น

นวลศรี และคณะ (2525) กล่าวถึงการศึกษาวิจัยของกองวัตถุมีพิษการเกษตร ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2525 พบว่าในตัวอย่างตะกอนดินประมาณ 500 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินเกษตรกรรมประมาณ 1,500 ตัวอย่าง พบสารพิษชนิดคลอรีเนตกว่า 80% ของตัวอย่างทั้งหมด และในช่วงหลังถึงปี 2533 ปัญหาระบาดของสารพิษตกค้างในดินเกษตรกรรมได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมกล่าวคือ นอกจากพบสารพิษชนิดคลอรีเนต แล้วยังพบสารเคมีกำจัดวัชพืชอะโรมาติกด้วย เช่น พาราควอต ถึงขั้นเกิดความเสียหายในบางพื้นที่

นิตยา (2525) ทำการศึกษาผลของสารพิษตกค้างบางชนิดในดินในไร่ฝ้าย ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี และนครราชสีมา เพื่อหาปริมาณสารกำจัดแมลงในช่วงระยะเวลาเพาะปลูก ระหว่างปี พ.ศ. 2523-2524 ของดินที่แตกต่างกันใน 3 จังหวัดที่เป็นตัวแทนของแหล่งปลูกฝ้ายในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดลพบุรี, เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา จำนวน 48 ตัวอย่างพบว่ามีสารตกค้างของ DDT toxaphene และ dieldrin จากตัวอย่างดินทั้งหมด 48 ตัวอย่าง และยังพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างของ DDT toxaphene และ dieldrin ในจังหวัดลพบุรีจะสูงกว่าเพชรบูรณ์ และนครราชสีมา สำหรับสารพิษกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตพบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีสารพิษตกค้างดังกล่าวเลย

ไพรัช (2525) ทำการศึกษาผลของ DDT ต่อประชากรและชนิดของสัตว์ในดินนาข้าว และปัจจัยทางกายภาพบางประการของดินต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของสัตว์ในดินนาข้าว โดยทำการทดลองที่ สถานีทดลองข้าววังสิต อำเภอยัญญบุรี จังหวัดปทุมธานี ผลการทดลองสรุปได้ว่า คีดีที่ ที่ใช้ฉีดพ่นปราบแมลงศัตรูข้าว มีพิษตกค้างในดิน และมีผลต่อการลดจำนวนลงของประชากรไส้เดือนฝอย และปัจจัยทางกายภาพที่มีต่อประชากรไส้เดือนฝอย ได้แก่ ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณพืช และช่องว่างภายในอนุภาคดิน

ชอุ่ม (2526) ทำการศึกษากการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชประเภทอะมิดในดินไร-นา ซึ่งใช้แบบควบคุมหรือใส่ลงในดิน คือ อลาคลอร์ และบิวดาคลอร์ ซึ่งใช้พืชเป็นตัววัด (plant bioassay technique) ซึ่งพืชดัชนี (indicator plant) สำหรับอลาคลอร์ คือ ข้าว และพืชดัชนีสำหรับบิวดาคลอร์ คือ ข้าวฟ่าง และทำการวัดความเป็นพิษของอลาคลอร์ และบิวดาคลอร์ ที่มีต่อพืชทุกอายุในระยะเวลา 16 อาทิตย์ หลังจากใส่อลาคลอร์ และบิวดาคลอร์ ลงในดิน และมีการเพิ่มปุ๋ยให้แก่ดิน พบว่าเมื่อมีการเพิ่มปุ๋ยลงไปจะช่วยทำให้การสลายตัวของสารเคมีกำจัดวัชพืชเกิดเร็วขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอลาคลอร์และบิวดาคลอร์ยังมีความเป็นพิษต่อข้าวและข้าวฟ่าง

ธีรพล และคณะ(2526) ทำการศึกษากความคงสภาพของ dieldrin ในสภาพดินและภูมิอากาศต่างๆ ที่จังหวัดสุโขทัย โดยทำการฉีดพ่น dieldrin ลงไปในดินอัตรา 120 กรัม a.i.ต่อไร่ แล้วเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกในวันรุ่งขึ้น และทุกๆ 2 เดือน เป็นเวลา 2 ปี พบว่าที่ความลึก 0-6 นิ้ว, 6-12 นิ้ว, 12-18 นิ้ว และ 18-24 นิ้ว พบว่า มี

ปริมาณคลอรีน 0.3335, 0.048, 0.0396 และ 0.0304 ppm ตามลำดับ และครั้งที่ 2 พบปริมาณคลอรีน 0.298, 0.0521, 0.0384 และ 0.0316 ppm ตามลำดับ

จรรยา และประทีป (2526) ศึกษาอิทธิพลของสารกำจัดวัชพืชไกรโฟเสท ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชทั้งใบ แคนและใบกว้าง ต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในดิน พบว่า สารกำจัดวัชพืชไกรโฟเสทอัตรา 0, 12.5, 25 และ 50 ppm ที่ใส่ลงไปในดินที่มี $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 ppm จำนวน 10 มิลลิลิตร จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของ $\text{NH}_4\text{-N}$ ไปเป็น $\text{NO}_3\text{-N}$ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินยังคงดำเนินปกติ

ประทีป และจรรยา (2526) ทำการศึกษาประสิทธิภาพและผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืช Simazine ในสวนกาแฟที่มีอายุ 2 ปี ที่จังหวัดแพร่ ระยะปลูกของกาแฟ 2.5x2.5 เมตร ขนาดของแปลงย่อย 10x10 เมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ตรวจและประเมินประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดวัชพืชด้วยการสังเกตการณ์ และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-15 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน นำไปวิเคราะห์หาผลตกค้างของ Simazine ในห้องปฏิบัติการ พบว่า Simazine อัตรา 0.54 กิโลกรัม ของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 2 เดือน ผลตกค้างมีการสะสมสูงสุดในดินชั้นบนระดับความลึก 0-5 ซม. การสลายตัวเกิดรวดเร็ว มี half life 3 สัปดาห์ และไม่มีพิษต่อต้านกาแฟ

จรรยา และประทีป (2526) ศึกษาอิทธิพลของสารเคมีกำจัดวัชพืชพาราควอตต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในดิน ซึ่งสารกำจัดวัชพืชนี้อาจมีผลกระทบต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน โดยใช้พาราควอต 4 อัตรา พ่นในดินที่เพิ่ม $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 ppm จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงรูปของ $\text{NH}_4\text{-N}$ ไปเป็น $\text{NO}_3\text{-N}$ พบว่า พาราควอตไม่มีผลในการขัดขวางขบวนการ Nitrification โดยจุลินทรีย์ในดิน ดังนั้นการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชชนิดนี้จึงไม่มีผลกระทบต่อแผนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในดิน

ศิวาภรณ์ (2527) ทำการศึกษการสลายตัวของคลอรีไพริฟอสที่มีสารรังสีคาร์บอนในดินและในใบข้าวโพด ในห้องปฏิบัติการ พบว่า 85% ของปริมาณวัตถุที่มีพิษที่ใช้ (8.5 ppm) ตรวจพบในดินหลังจากใส่วัตถุที่มีพิษแล้ว 12 อาทิตย์ ส่วนใหญ่พบในรูปคลอรีไพริฟอส และปริมาณเล็กน้อยพบในรูปของ 3,5,6-trichloro-2-pyridinol และส่วนที่สกัดไม่ได้ ส่วนในใบข้าวโพดพบว่าการสลายตัวเร็วมากคิดเป็น 88% และ 95% ของปริมาณสารที่ใช้ในช่วง 4 และ 7 วัน หลังจากใส่วัตถุที่มีพิษแล้ว

Mahadlek (1984) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในตะกอนดินจากลุ่มน้ำปิง และวัง พบสารกำจัดแมลงตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน 14 ชนิด ดังนี้ HCB alpha-BHC aldrin dieldrin endrin heptachlor heptachlor-epoxide alpha-chlordane p,p'-DDE p,p'-DDD o,p'-DDT และ p,p'-DDT และจะพบ dieldrin และ total DDT ตามลำดับบ่อยครั้งที่สุด

Sanplang (1985) ทำการศึกษารายพิชตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆของกลุ่มน้ำบางปะกง ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 1984 โดยเก็บตัวอย่างในช่วงก่อนการเพาะปลูก ระหว่างการเพาะปลูก และหลังการเพาะปลูก ตรวจพบสาร dieldrin 97.28% และ beta-BHC 65.36% จากจำนวนตัวอย่างดิน 66 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบสารทั้งสองในบริเวณพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าปลูก

ประทีป และจรรยา (2529) ได้ทำการศึกษาผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะตราซีน ในดินปลูกข้าวโพด ซึ่งเป็นดินชุดปากช่อง (oxicpaleustults) จังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บดินจากแปลงตัวอย่างที่ระดับความลึกต่างๆ หลังจากการฉีดพ่นอะตราซีนที่อัตรา 600 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และทำการสกัดดินและวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี ที่มี detector ชนิด FID พบว่าผลตกค้างของอะตราซีนในดินจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมี half life ประมาณ 19 วัน

กนกพร และคณะ (2529) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ที่ตกค้างในนาุ้งและสิ่งแวดล้อม โดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟี จากการวิเคราะห์ตะกอนดิน พบว่าระดับการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ประเภทสารประกอบคลอรีนยังอยู่ในระดับต่ำ ส่วนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ประเภทสารประกอบฟอสเฟตไม่พบการตกค้าง

อุดมลักษณ์ (2530) ศึกษาการสลายตัวของอะตราซีน (atrazine) ในดินและเศษ (trash) ที่ใช้คลุมดินในการปลูกข้าวโพด ทำการทดลองโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ C^{14} -atrazine พบว่า การสลายตัวของอะตราซีนในดินในระยะแรกเริ่มหลังจากการฉีดพ่นลงไป ตรวจพบปริมาณสูงมาก และจะลดลงเมื่อระยะเวลาหลังการฉีดพ่นมากขึ้นตามลำดับ

บัณจิต (2531) ทำการศึกษาการกระจายตัวของคาร์โบฟูรานในนาข้าวคืนรังสิต พบว่าถ้าใส่บนผิวดิน สารคาร์โบฟูรานจะละลายออกมาถึง 84% เมื่อ 1 สัปดาห์หลังการปักดำ และถูกพืชดูดใช้ได้หลังจากปักดำเพียง 47% เมื่อฝังลึกตัวสารคาร์โบฟูรานนี้จะละลายออกมามากที่สุดถึง 75% ที่ระยะเวลา 3 สัปดาห์ หลังการปักดำ และพืชดูดมาใช้ได้หมด ดังนั้นถ้าหากไม่มีการควบคุมการละลายได้ของสารพิษและหว่านลงไปบนพื้นดิน ถ้าหากเกิดฝนตกหนักจนฉันทันนาในช่วง 1 สัปดาห์หลังการปักดำ(การหว่านข้าวด้วย) สารที่ใส่ลงไปจะสูญหายไปกับน้ำป่าและปนเปื้อนแหล่งน้ำธรรมชาติได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ยังมีคาร์บอน-14 ที่ตกค้างอยู่ในดินหลังจากปลูกข้าวอีกประมาณ 2% แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าคาร์บอน-14 ที่ตกค้างอยู่ในดินยังคงเป็นคาร์โบฟูรานอยู่ เพราะระดับความแรงรังสีที่ใช้ต่ำเกินไป

นวลศรี (2531) ศึกษาวิจัยปริมาณตกค้างของพาราควอตในดินและความสามารถของดินในการดูดซับพาราควอต ซึ่งพาราควอตนี้เป็นสารกลุ่ม bipyridylum มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้หลายชนิด พบว่า ค่าเฉลี่ยสารพิษตกค้างจากสูงสุดลงไปต่ำสุด คือ แหล่งไม้ผล ถั่วเหลือง ข้าวโพด ขางพารา มันสำปะหลัง และอ้อย สำหรับ ความสามารถของดินในการดูดซับพาราควอต ในแหล่งปลูกไม้ผลสูงถึง 83.5 ppm ซึ่งสูงเกือบ 10 เท่าของปริมาณสารตกค้างของพาราควอตที่มีอยู่ในดิน (8.5 ppm) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการตกค้างของพาราควอตทั่วไปในแหล่งปลูกไม้ยืนต้น เช่น ไม้ผล ยังไม่สูงถึงขั้นเป็นอันตรายต่อพืช

อุดมลักษณ์ (2531) กล่าวถึงผลกระทบของการใช้สารกำจัดวัชพืช ในประเทศไทยซึ่งเกษตรกรที่ปลูกพืชไร่ มักฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชลงในดินก่อนปลูก ได้แก่ อะตราซีน อะลาคลอรีน และ ไซยานาซีน ซึ่งสารเหล่านี้สามารถตกค้างในดิน โดยแสดงตัวอย่างให้เห็นลักษณะของสารกำจัดวัชพืชในดินที่ระดับความลึกต่างๆกันที่ 218 วันหลังจากการฉีดพ่น ทำให้เห็นว่าสารพิษคงทนอยู่ในดินได้นาน ซึ่งมีผลกระทบต่อการปลูกพืชทั้งที่ปลูกและจะปลูกต่อไป ถึงแม้จะใช้แต่เพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับวัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ นอกจากนี้เกษตรกรบางรายยังเข้าใจผิดคิดว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการใช้วัตถุมีพิษชนิดอื่นแล้วทำให้ผลผลิตดีขึ้น ความจริงแล้วกลับทำให้

เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง เพราะวัฏธมีพืชที่ใช้จะกระตุ้นให้พืชดูดสารกำจัดวัชพืชเข้ามาภายในต้นมากกว่าปกติ ทำให้เกิดการสะสมสารพิษในปริมาณที่เกินความปลอดภัยทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติ

วินัย (2532) ศึกษาผลกระทบของการใช้สารเคมีการเกษตรต่อคุณภาพดินและน้ำใต้ดินในจังหวัดชัยนาท โดยศึกษาลักษณะของดิน การตกค้างของปุ๋ยเคมี และสารปราบศัตรูพืชในดินและน้ำใต้ดิน พบว่าลักษณะของดินที่มีผลต่อการดูดซับของอนุโมลแอมโมเนียม และฟอสเฟต แต่ไม่มีผลต่ออนุโมลไนเตรต คุณภาพน้ำใต้ดินก่อนและหลังการปลูกข้าวและเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบยาปราบศัตรูพืชทั้ง organophosphate และ organochlorine

พงศ์ศรี (2533) ศึกษาผลกระทบและความคงทนของ bromacil ในดินที่มีต่อพืชที่ปลูกใหม่ (ถั่วเหลือง) พบว่า bromacil มีผลต่อการงอกของเมล็ดถั่วเหลือง อัตราการสลายตัวของ bromacil ในดินเมื่อทิ้งไว้ 1 เดือน จะลงไป 54.45% , ทิ้งไว้ 3 เดือน จะลงไป 79.61% และทิ้งไว้ 5 เดือน จะลงไป 96.97% ตามลำดับ และจากการทดลองชี้ให้เห็นว่า การตกค้างของ bromacil ในดินนั้นส่งผลกระทบต่อทั้งการงอก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง หลังจากกำจัดพ่นไปแล้วต้องทิ้งพื้นที่เพาะปลูกอย่างน้อย 3 เดือน ก่อนทำการปลูกถั่วเหลืองใหม่ เพื่อให้ปริมาณ bromacil ลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่อถั่วเหลือง

นวลศรี และคณะ (2534) ศึกษาการสลายตัวของมาลาไธออนในดินในห้องปฏิบัติการ โดยใช้คาร์บอน-14 ในชุดดินรังสิต ซึ่งเป็นดินนาข้าว (paddy soil), ชุดดินปากช่อง เป็นดินร่วนปนทรายสีแดงส้ม (red soil) และชุดดินตาดิ เป็นดินร่วนสีดำ (black soil) มีอินทรีย์วัตถุสูง โดยหยาบมาลาไธออนลงในดินซึ่งบรรจุอยู่ในโอไมเตอร์พลาสติก 2 ระดับความแรงรังสี คือ 4 และ 8 ไมโครทรี คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับให้มีความชื้น 70 % ของ water holding capacity บ่มดินไว้ที่อุณหภูมิห้อง มาลาไธออนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถจับไว้ด้วยสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณการสลายตัวจะเกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความแรงรังสี เบต้าของคาร์บอน-14 ที่มีอยู่ในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นหลังจากบ่มดินไว้ 1, 3, 5 และ 7 วัน และทุกๆสัปดาห์ จนครบ 4 เดือน ด้วยเครื่องลิดวิดจิลทิลเลชั่น หลังจากนั้นนำมาสกัดมาลาไธออนตกค้าง พบว่าชุดดินตาดิมีการสลายตัวของมาลาไธออนสูงสุด ส่วนชุดดินรังสิตและปากช่อง การสลายตัวของมาลาไธออนไม่แตกต่างกัน

บุศราภรณ์ และพัชร (2534) กล่าวว่า ในปัจจุบันนี้ผลกระทบของการใช้ยาปราบศัตรูพืชซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สารฆ่าแมลง สารฆ่าเชื้อรา และสารปราบวัชพืช ซึ่งสารแต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน นอกจากนี้มีการใช้สารเหล่านี้มากขึ้น และมีการตกค้างในดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อพืชที่ปลูก ซึ่งมีชีวิตในดิน มนุษย์ และสัตว์อื่นๆ แหล่งน้ำและแหล่งน้ำใต้ดิน

บังเอิญ และสุวิมล (2534) ทำการวิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในดินและน้ำ จากจังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี ปราจีนบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และ กรุงเทพมหานคร ได้ตัวอย่างดินทั้งหมด 118 ตัวอย่าง นำมาตรวจวัดสารพิษ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต และกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน พบว่า ในตัวอย่างดินตรวจพบกลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ carbofuran กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง dichlorvos, phosdrin, dimethoate, diazenon, fenitrothion, methyl parathion, malathion และ parathion ส่วน

กลุ่มออร์แกนโนคลอรีนตรวจพบ ได้แก่ DDT and derivatives, α -BHC, heptachlor, heptachlor-epoxide, aldrin และ dieldrin

พลสุข และคณะ (2534) ทำการเก็บตัวอย่างดินในนาข้าวที่ลุ่ม (ชัยนาท) และนาที่ดอน (สุพรรณบุรี) จำนวน 92 ตัวอย่าง โดยเก็บในช่วงก่อนการทำนาในฤดูใหม่ (ต้นปี 2534) ซึ่งมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชโคโดอย่าง มากในปี 2533 ได้ทำการวิเคราะห์สารตกค้าง 3 กลุ่ม คือ Organochlorine, Organophosphate และ Carbamate พบ ว่าดินในที่ลุ่ม พบกลุ่ม Organochlorine คือ อัลดริน, ดีลดริน, โอฟีลคิอี และเอนโคซัลเฟน และ ดินในที่ดอน พบ แต่เอนโคซัลเฟน ส่วนกลุ่ม Organophosphate ที่พบในดินที่ลุ่มเช่นเดียวกับดินที่ดอน คือ ไดเมทโทเอทและโมโน ไทรโครฟอส ส่วนสารคาร์บาเมท พบสารคาร์โบฟูราน ทั้งในดินที่ดอนและดินที่ลุ่ม แต่ไม่พบสารมิฟซินและ สอบซิน (นิยมใช้มาก)

ศิวาภรณ์ และคณะ (2534ก) ดำรวจและเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอนดิน จากสวนส้มโอ ในจังหวัด นครปฐม ระหว่างเดือน มีนาคม ถึง พฤศจิกายน 2534 พบสารพิษกลุ่ม Organochlorine คือ aldrin, dieldrin, DDT และ DDT derivatives และกลุ่ม Organophosphate คือ dicrotophos, dimetoate, malathion และmethyl-parathion ส่วนสารกำจัดโรคพืช คือ coperoxychloride

ศิวาภรณ์และคณะ (2534ข) ดำรวจและเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอนดิน จากสวนส้มเขียวหวาน ใน จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ ถึง ตุลาคม 2534 พบสารพิษกลุ่ม Organochlorine คือ aldrin, dieldrin, DDT และ DDT derivatives และกลุ่ม Organophosphate คือ dimetoate และ malathion ส่วนสารกำจัดโรคพืช คือ coperoxychloride

สุวิมล และบังเอิญ (2534) เฝ้าสำรวจติดตามเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน จากอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ใน ช่วงปี 2533-2534 ในอ่างเก็บน้ำ จำนวน 7-8 จุด ที่ระยะเวลาต่างๆกัน คือ เดือนตุลาคม ธันวาคม เมษายน และ สิงหาคม พบว่าในดินตะกอนเกือบทุกตัวอย่างมีสารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ซึ่งเป็นสารพิษกลุ่มที่คง สภาพอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ในปริมาณค่อนข้างต่ำ เช่น dieldrin, DDT และ DDT derivatives น้อยกว่า 0.001- 0.007 mg/kg

Korpradiskul et al. (1992) ทำการศึกษาการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ของประเทศไทย พบว่าการสลายตัวของสารดังกล่าวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน

กุศล (2535) ศึกษาการให้สาร Paclobutrazol กับมะม่วงโดยวิธีต่างๆ พบว่า การให้สาร Paclobutrazol 1,000 ppm ทางดินจะมีการตกค้างสูงและยาวนานที่สุด โดยมีการตกค้าง 11 เดือน การให้สาร Paclobutrazol 1,000 ppm โดยการพ่นทางใบมีการตกค้างในดิน 3 เดือน ส่วนการให้สารโดยการพ่นสารทางใบและคลุมโคนต้นด้วย แผ่นพลาสติกและการฉีดสารเข้าลำต้นในอัตรา 400 มิลลิกรัม a.i./ต้น พบว่าไม่มีการตกค้างของสารนี้ในดิน

ภิญญา และ นวลศรี (2535) ทำการวิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในดิน น้ำ และตะกอน บริเวณ แหล่งปลูกผักอนามัย ในเขตจังหวัด นนทบุรี ปราชินบุรี กาญจนบุรี อุทัยฯ เพชรบูรณ์ และศรีสะเกษ เพื่อเป็น แนวทางให้ทราบว่าการลดการใช้วัตถุพิษการเกษตรจะช่วยลดการปนเปื้อนของวัตถุพิษในสภาพแวดล้อมลง ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างในสภาวะแวดล้อมได้ ซึ่งทำการวิเคราะห์

กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน, ออร์แกนโนฟอสเฟต, คาร์บาเมท และ วัตถุมีพิษที่ใช้กำจัดวัชพืช กลุ่ม Quaternary Ammonium Compound และ Phenoxyacetic acids แบ่งเป็นดิน 51 ตัวอย่าง น้ำ 20 ตัวอย่าง และตะกอนดิน 8 ตัวอย่าง พบว่าในดินเกษตรกรรมมีสารพิษตกค้างมากชนิดและสูงกว่าในน้ำ และพบในตะกอนดินน้อยมาก วัตถุมีพิษที่พบได้แก่ BHC, aldrin, heptachlor-epoxide, dieldrin, endrin, endosulfan, DDT&derivatives, mevinfos, dimethanoate, diazinon, malathion, methyl-parathion, parathion, monocrotophos และ carbofuran ซึ่งในดินและตะกอนดินจะตรวจพบ DDT&derivatives ในเกือบทุกๆตัวอย่าง วัตถุมีพิษที่พบมากรองลงมา คือ dieldrin ส่วนวัตถุมีพิษที่ใช้กำจัดวัชพืช กลุ่ม Quaternary Ammonium Compound และ Phenoxyacetic acids ตรวจไม่พบ

ศิวพร (2535) พบว่าการปนเปื้อนของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน บริเวณภายในสนามกอล์ฟแหลมฉบังอินเตอร์เนชันแนล คันทรี่คลับติดอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง จังหวัดชลบุรี ทำการวิเคราะห์โดยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี พบว่าการปนเปื้อนต่ำสุดของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดมีค่าต่ำกว่า 0.001 mg/kg โดยเฉพาะคาร์บาริลมีปริมาณอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่ยอมให้มีได้ในดิน (0.05 mg/kg) และรุ่งทิพย์ (2536) พบว่าการปนเปื้อนของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน บริเวณสนามกอล์ฟติดอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง จังหวัดชลบุรี ทำการวิเคราะห์โดยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี พบว่าการปนเปื้อนต่ำสุดของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดมีค่าต่ำกว่า 0.001 mg/kg เช่นกัน นอกจากนี้ พรพิมล (2538) ยังพบว่ามีการปนเปื้อนของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในดิน บริเวณสนามกอล์ฟแหลมฉบังอินเตอร์เนชันแนล คันทรี่คลับ(ติดอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง) เช่นเดียวกับศิวพร (2535) และรุ่งทิพย์ (2536)

Thao et al. (1993) ทำการศึกษาความคงทนของสารพิษกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนที่ตกค้างในดินนาข้าว ดินบริเวณที่ดอน และดินเขตเมือง ในกลุ่มประเทศเอเชียเขตร้อน ได้แก่ เวียดนาม ไทย และไต้หวัน พบว่ามีสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนตกค้างได้แก่ DDTs, HCBs และ PCBs ในประเทศไทยพบว่าดินตัวอย่างมีระดับความเข้มข้นของสารประกอบเหล่านี้ต่ำกว่าประเทศอื่นๆที่กล่าวมา

กัญญา (2536) ศึกษาการแพร่กระจายของวัตถุมีพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองและคลองแยก ซึ่งแม่น้ำแม่กลองจะไหลผ่านพื้นที่เกษตรกรรม 3 จังหวัด ได้แก่ สมุทรสงคราม ราชบุรี และกาญจนบุรี ซึ่งมีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช เพราะบางพื้นที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างต่อเนื่องตลอดปี พบว่าในตะกอนดินมีสารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ที่ตรวจพบน้อยมาก เช่น DDT และอนุพันธ์ ออร์แกนโนฟอสเฟต แต่ตรวจไม่พบกลุ่มคาร์บาเมทและไพรีทรอยด์ และพบสารกำจัดวัชพืช คือ Atrazine และ Ametryne จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าคุณภาพของแม่น้ำแม่กลอง ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ถึงแม้จะมีการปนเปื้อนของสารพิษทางการเกษตรบ้าง แต่ปริมาณทั้งในดินตะกอนและน้ำยังคงอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานของ US-EPA มาก

อุดมลักษณ์ (2536) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ในดินทำให้จุลินทรีย์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น และย่อยสลายสารเคมีนั้นๆได้ แต่หากใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดียวตลอดเป็นเวลานาน จุลินทรีย์จะเริ่มลดจำนวนลงจนไม่สามารถย่อยสลายสารกำจัดวัชพืชได้ จึงทำให้สารเหล่านั้นตกค้างอยู่ในดิน จนทำให้ดินมีพิษและเสื่อมคุณภาพ

รัชณี (2536) ศึกษาการสลายตัวของคาร์ฟูรานที่ใช้กับข้าวซึ่งปลูกในดิน 4 ชนิด คือ ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินองครักษ์ และ ชุดดินสุพรรณบุรี โดยใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกในกระถางเส้นผ่าศูนย์กลาง

60 เซนติเมตรและหวานคาร์โบฟูราน 3 % อัตรา 10.7 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะข้าวอายุ 48 วันหลังปักดำ พบว่า อัตราการสลายตัวในดินแต่ละชนิดในช่วง 21 วันจะเร็วและหลังจากนั้นช้าลงจนคงที่ สำหรับชุดดินสุพรรณบุรีมี ปริมาณสารพิษตกค้างมากที่สุด รองลงมา คือ ชุดดินองครักษ์ ชุดดินบ้านหมี่ และชุดดินร้อยเอ็ด ตามลำดับ ค่า ครึ่งชีวิตของคาร์โบฟูรานจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าวัฏจะมีพิษจะคงอยู่นานในดินเหนียวที่มีอินทรีย์วัตถุ สูง และวัฏจะมีพิษจะคงทนอยู่นานในดินข้าวที่ปลูกในชุดดินดังกล่าว

พิภพ (2537) ศึกษาผลกระทบของนาุ้งที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีบางประการของทรัพยากรดิน โดยเก็บ ตัวอย่างจากดินชุดบางกอก ในอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา 3 บริเวณ คือ ดินนาข้าว, ดินซึ่งผ่านการเลี้ยงกุ้งมาแล้ว 1 ปี และดินซึ่งผ่านการเลี้ยงกุ้งมาแล้ว 3 ปี พบว่า ค่า pH ของดินจะลดลงตามระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงกุ้ง การนำไฟฟ้า จะเพิ่มตามระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงกุ้ง แต่จะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และกำมะถันจะ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงกุ้ง แต่จะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน ส่วน Na และ K จะเพิ่มขึ้นตามระยะ ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงกุ้ง แต่จะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถนำไปฟื้นฟูและจัดการดินนาุ้ง ตลอดจนวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตให้มีผลกระทบต่อนาข้าวบริเวณใกล้เคียงน้อยที่สุด

พงศ์ศรี และคณะ (2537ก) ศึกษาการปนเปื้อนของวัฏมีพิษในดินบริเวณพื้นที่สูง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัด เชียงใหม่ อำเภอเทิงและแม่จัน จังหวัดเชียงราย และอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 38 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง ในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน 20 ตัวอย่าง แต่ไม่พบสารตกค้างในดินกลุ่มออร์แกนโนฟอส เฟต 14 ตัวอย่าง และ คาร์บาเมต ใน 4 ตัวอย่าง

พงศ์ศรี และคณะ (2537ข) ทำการทดสอบระดับของสารปราบวัชพืชไดยูรอนในดินที่มีความเป็นพิษต่อ ผีเสื้อ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ทำการทดลองในเรือนเพาะชำ ซึ่งผลการทดลองที่อัตรา แนนะนา 640 กรัมต่อไร่ อัตราสูงกว่าคำแนะนำ 25, 50 และ 100 % และอัตราต่ำกว่าคำแนะนำ 25, 50 และ 100 % ไม่พบอาการเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับต้นฝ้ายทั้งด้านการงอกและการเจริญเติบโต สำหรับการทดสอบความคงทนของ ไดยูรอนในดิน ทำการทดลองโดยปลูกดินในอัตราแนะนำ แล้วทิ้งระยะเวลาก่อนปลูกฝ้ายนาน 0, 7, 15 วัน และ 2 เดือน ตามลำดับ เปรียบเทียบกับฝ้ายที่ปลูกในดินที่ไม่ถูกไดยูรอนในระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งจะ ไม่พบอาการเป็น พิษที่เกิดขึ้นกับต้นฝ้ายเช่นกัน

พงศ์ศรี และคณะ (2537ค) ศึกษาความคงทนและระดับของเมทรามิโดฟอสในดินที่มีความเป็นพิษต่อ กระน้ำ ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราแนะนำ อัตราสูงกว่าคำแนะนำ และอัตราต่ำกว่าคำแนะนำ ไม่พบความเป็นพิษที่ เกิดกับกระน้ำ ทั้งทางด้านการงอก การเติบโต การเปลี่ยนแปลงสรีระพืช และผลผลิต

ธานี และคณะ (2537) ศึกษาการสลายตัวของไอโซไซฟอสในนาข้าว ทำการทดลองโดยการปลูกข้าว พันธุ์สุพรรณบุรี 2 ที่ศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2537 วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ mail plot คือ อัตราความเข้มข้นของสารพิษ 3 อัตรา คือ ตามคำแนะนำ อัตราสองเท่า และ ไม่ใช้สารพิษ มี sub plot คือช่วงเวลากการเก็บตัวอย่าง หลังการหว่านไอโซไซฟอส 1 ชั่วโมง, 7, 14, 21, 28, และ 72 วัน พบว่าการสลายตัวของไอโซไซฟอสในอัตราตามคำแนะนำและสองเท่าของคำแนะนำมี แนวโน้มจะสลายตัวหมดภายใน 28 วันไปแล้ว

วิชา และคณะ (2537) ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดินและน้ำ ในสวนองุ่นจังหวัดราชบุรี พบว่า ในดินเพื่อเป็นหลักฐานแสดงให้ทราบว่า บริเวณใดมีการใช้วัตถุมีพิษสม่ำเสมอทำให้เกิดการสะสมของสารพิษ ในบริเวณนั้นทั้งในดินและน้ำ ส่วนปริมาณการสะสมจะขึ้นอยู่กับความถี่ในการใช้มาก ใช้น้อย เพียงใด ซึ่งในครั้ง นี้ทำการเก็บตัวอย่าง จากสวนองุ่น อ.ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี อย่างต่อเนื่องในปี 2537 และ ผลการทดลองพบ สารกำจัดเชื้อราคอปเปอร์ออกไซด์คลอไรด์ ส่วนกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต ตรวจพบเมทนามิโดฟอสและเมวินฟอส

ศิวาภรณ์ และคณะ (2537) ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดินและน้ำ ในสวนองุ่นจังหวัดสมุทรสาคร ในตัวอย่างดินพบสารกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต คือ ไดเมทโทเอท และ สารกำจัดเชื้อรา ตรวจพบ กลุ่มไดไฮโดรคาร์ บามเมท, คอปเปอร์ออกไซด์คลอไรด์ ส่วนสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ตรวจพบ ไดโคโฟล

โศรยา และคณะ (2537) ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดินบริเวณสวนทุเรียน จังหวัดนนทบุรี โดย เลือกแปลงทดลอง 2 แปลง เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบ โดยแบ่งเป็นแปลงควบคุม IPM มีการฉีดพ่นสารกำจัด ศัตรูพืชทุเรียนตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และแปลงเกษตรกรฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชทุเรียน ตามวินิจฉัยของเกษตรกรเจ้าของแปลง ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2537 พบว่ามีสารเอนโดซัลแฟน ในรูป $\alpha\beta$ endosulfan และ endosulfan-sulfate, copper (II) และ carbendazim ในแปลงควบคุม IPM และแปลงเกษตรกร พบ ว่ามีสาร Copper (II) และ carbendazim ตกค้างในดิน

สมพร (2537) ทำการศึกษาภาคสนามเพื่อทำการตรวจสอบปริมาณคาร์บาริลในดินและน้ำจากไร่บ้านสบ เปา จังหวัดลำพูน โดยวิธีโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงแบบกลับเฟสผลการทดลองปรากฏว่าครึ่งชีวิต ของคาร์บาริล มีค่าประมาณ 2 วัน ซึ่งใช้เทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง มีระบบการตรวจวัด สัญญาณแบบรังสีอัลตราไวโอเลต ที่มีความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร พบว่าค่าครึ่งชีวิตของคาร์บาริล มีค่า ประมาณ 2 วัน ส่วนค่าการคืนกลับ (recovery) ในตัวอย่างดินในช่วง 82-99% ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06-0.39 และสัมประสิทธิ์การเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง 5.4-10% ซึ่งการวิเคราะห์และการสกัดคาร์บาริลที่ตกค้างในดินนี้มี ประสิทธิภาพสูง และยังสามารถตรวจสอบคาร์บาริลที่ตกค้างระดับความเข้มข้นต่ำได้คืออีกด้วย ข้อได้เปรียบการ วิเคราะห์วิธีนี้คือ ระยะเวลาในการสกัดและหลังการสกัดยังได้ค่าการคืนกลับที่สูง

ศิวาภรณ์ และคณะ (2538) ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดิน น้ำ ตะกอน และปลา ในสวนส้มโอ จังหวัดนครปฐม ภายใต้โครงการ IPM ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-ตุลาคม โดยทำแปลงทดลอง 2 แปลง โดยแบ่ง เป็นแปลงควบคุม IPM และแปลงเกษตรกร เพื่อตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในกลุ่มออร์แกนโน คลอรีน ออร์แกนโนฟอสเฟต คาร์บามาต ไพรีทรอยด์ และสารป้องกันโรคพืช ซึ่งในตัวอย่างดินที่ทำการวิเคราะห์ สารพิษตกค้างนั้น พบกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน คือ ไดโคโฟล และ ดีดีทีและอนุพันธ์ สารกลุ่มออร์แกนโน ฟอสเฟต คือ ไดเมทโทเอท และเมทริลพาราไรออน สะสมในปริมาณน้อยมากในตัวอย่างดิน แต่สำหรับตะกอน ดินไม่พบการสะสมสารพิษในกลุ่มนี้ เช่นเดียวกับกลุ่มคาร์บามาต ได้แก่ เมทโรนิล และกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ เพอร์เมทริน ส่วนสารกำจัดเชื้อรา ตรวจพบ กลุ่มไดไฮโดรคาร์บามาต, คอปเปอร์ออกไซด์คลอไรด์ ในรูปของธาตุ ทองแดง

Preeda (1996) กล่าวถึงผลกระทบจากการใช้สารเคมีหลายๆ ชนิดที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อ ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นในเชิงเศรษฐกิจของประเทศ จนก่อให้เกิดมลภาวะปนเปื้อนทั้งในดิน การนำเสียของแหล่งน้ำ

ขนาดใหญ่ ตลอดจนการที่โลกร้อนขึ้น ที่มาของแหล่งมลพิษที่สำคัญ ครรชนซึ่งใช้บ่งชี้สถานะของมลพิษในระบบนิเวศ ตลอดจนกลไกต่างๆที่ควบคุมความเป็นพิษ และจะต้องตระหนักและทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อหาทางป้องกันและแก้ไข เป็นการรักษาระบบนิเวศให้อยู่สมบูรณ์และปลอดภัยยาวนานที่สุด ทั้งนี้เราไม่สามารถหยุดการใช้สารเคมีเพื่อการพัฒนา แต่เราต้องใช้อย่างชาญฉลาดเพื่อให้เกิดการทำลายสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด รวมทั้งมนุษย์เองด้วย

กัญญา และคณะ (2539) พบว่ามีการปนเปื้อนของสารพิษกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตะกอนดิน ในแม่น้ำท่าจีนตลอดสาย โดยเริ่มจากที่ต้นน้ำที่จังหวัดชัยนาท แล้วต่อมายังจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และออกปากอ่าวที่อำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ทำการศึกษาตามจุดที่มีเกษตรกรรมหลักซึ่งมีการใช้วัตถุมีพิษจำนวนมากตลอดสาย พบสารกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต ได้แก่ diazinon, methyl-parathion และ fenitrothion และคาร์บาเมท คือ carbofuran

อุไรภัฏ (2539) ตรวจสอบสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนตกค้างในดินตะกอน บริเวณลุ่มน้ำห้วยลิ้นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 เดือนต่อครั้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2537-ตุลาคม 2538 พบสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนตกค้างได้แก่ เฮปตาคลอร์, พารา-พารา-คลีอี, อัลดริน, แกมมา-บีเอชซี, พารา-พารา-คลีอี, แอลฟา-บีเอชซี, เบต้า-บีเอชซี, ดีลดริน, เฮปตาคลอร์อีพอกไซด์, เอนดริน, เอนโดซัลแฟน, เบต้า-เอนโดซัลแฟน, เอนโดซัลแฟนซัลเฟต และ ออร์โท-พารา-คลีอี

จริรัตน์ (2540) ทำการศึกษากำจัดสารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยการทดลองปลูกพืชสลับน้ำจืดและน้ำแห้ง พืชที่ใช้ คือ กกกลม และธูปฤาษี โดยวางแผนการทดลอง split plot มี 3 ซ้ำ ทำการวิจัยตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2538 - พฤศจิกายน 2539 พบว่า ระบบบำบัดโดยการปลูกพืชสลับน้ำจืดและน้ำแห้ง มีแนวโน้มในการลดปริมาณสารฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน คือ แอลฟา-บีเอชซี แกมมา-บีเอชซี และเฮปตาคลอร์ ได้ โดยดินและพืชต่างมีส่วนช่วยบำบัดสารฆ่าแมลงในน้ำเสียชุมชน

พนิดา (2540) ทำการศึกษากำจัดสภาพของสารป้องกันศัตรูพืชไรโอเบนคาร์บในนาข้าว โดยวางแผนการทดลอง split plot มี 3 ซ้ำ โดย Mail plot เป็นการใส่สาร 3 อัตรา ได้แก่ ไม่ใส่สาร ใช้อัตรา 320 และ 640 กรัม a.i. ต่อไร่ และ sub plot เป็นระยะเวลาการเก็บเกี่ยว รวม 6 ครั้ง คือ 2 ชั่วโมง, 7, 14, 28, 42 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 91 วันหลังการใส่สาร พบว่า สารตกค้างของไรโอเบนคาร์บจะลดลงอย่างมากที่ระยะเวลา 7 วันภายหลังการใช้ แต่ยังคงพบในดินบ้างจนถึงระยะเก็บเกี่ยวจากแปลงไม่ใส่สาร ใช้อัตรา 320 และ 640 กรัม a.i. ต่อไร่

พนิดา (2540) ศึกษาการสลายตัวของไรโอเบนคาร์บในนาข้าว พบว่าภายหลังจากการใช้วัตถุมีพิษ 2 ชั่วโมง พบสารพิษตกค้างในน้ำและดิน ในแปลงที่ใช้วัตถุมีพิษอัตราแนะนำและแปลงที่ใช้สารพิษอัตราสองเท่าของคำแนะนำ หลังจากนั้นสัปดาห์ที่ 6 ยังตรวจพบในดินจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว

ลมัย (2540) ศึกษาผลกระทบของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ในดินและการสลายตัวของโมโนโครโทฟอสคาร์บอน-14 ในดิน โดยทำแปลงทดลองปลูกฝ้ายพันธุ์ศรีสำโรง 2 ที่อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม - ธันวาคม 2538 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ และ 2 กลุ่มค่าหับทดลอง คือ ไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช และใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง พบว่าในแปลงที่มีการใช้สารกำจัด

ศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง การสลายตัวของโมนิโครโคฟอสจะช้ากว่าแปลงที่ไม่ใช้สาร ส่วนกิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์และปฏิกิริยารีดักชันของเหล็กลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

กนกวรรณ (2541) ทำการตรวจวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในตะกอนดินในแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่เดือนมกราคม – ตุลาคม 2540 โดยเก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน จาก 14 สถานี โดยวิธีแกสโครมาโทกราฟี ได้แก่ กลุ่มไอโซเมอร์ของเบนซีนเฮกซะคลอไรด์ กลุ่มสารประกอบของไซโคลไดอิน และกลุ่มดีดีที และความสัมพันธ์ระหว่างสารป้องกันกำจัดแมลงในตะกอนดินกับฤดูกาล พบว่าสารทุกกลุ่มที่พบมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พงศ์ศรี และคณะ (2541) ครั้งที่ 1 ศึกษาผลกระทบของอะมีทริน ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใช้ก่อนวัชพืชออก และหลังวัชพืชออกในระยะเริ่มต้น ทำลายได้ทั้งพืชใบแคบและใบกว้าง นอกจากนี้ยังผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว พบว่าอะมีทรินที่ตกในดินความเข้มข้น 0.6, 0.8 และ 1.0 mg/kg ทำให้ข้าวตายหมดภายใน 2 สัปดาห์ ส่วนอัตรา 0.4 mg/kg ทำให้ต้นข้าวเหี่ยวบ้างแต่จะฟื้นตัวเจริญได้ตามปกติ นอกจากนี้พงศ์ศรี และคณะ (2541) ครั้งที่ 2 พบอีกว่า อะมีทรินในดินความเข้มข้น 0.8 mg/kg ไม่แพร่กระจายออกมาสู่พื้นที่ปลูกข้าว

ณัณรัตน์ (2542) ทำการศึกษาการตกค้างของสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในดินและพืชจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยพืชกรอง ซึ่งปล่อยน้ำทิ้ง 5 วัน และสลบน้ำทิ้ง 2 วัน โดยใช้พืช 6 ชนิด คือ กกกลม แผลกอินโดนีเซีย แผลศรีลังกา หญ้าคาร์รา หญ้าโคสครอส และหญ้าสตาร์ พบว่าการใช้ดินร่วมกับพืชในการบำบัดน้ำเสียชุมชนนานขึ้น ซึ่งดินและพืชจะสะสมสารฆ่าแมลงได้มากขึ้น

2.2.3 อื่นๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษในดินทางเคมี(อื่นๆ) ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 มีดังต่อไปนี้

จงรักษ์ และคณะ (2521) ศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาต่อ pH ของในดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิต ผลการทดลองพบว่าน้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนต้มเยื่อกระดาษสามารถยกระดับ pH ของชุดดินรังสิตหรือลดความเป็นกรดลงได้ การใส่น้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาในช่วงอัตรา 150 และ 300 มิลลิลิตรต่อดิน 6 กิโลกรัม ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการบ่มดินนอกจากนี้การใส่น้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาในช่วงอัตรา 75 – 600 มิลลิลิตรต่อดิน 6 กิโลกรัม จะไม่มีผลข้างเคียงที่จะทำให้ดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตมีการสะสมเกลือหรือโซเดียมในปริมาณที่เป็นอันตรายกับพืช

ประพิศ และคณะ (2524) ทำการศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยเคมีที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินมาจากแปลงทดลองปลูกข้าวจาก 3 สถานี คือ คลองหลวง, สุพรรณบุรี และชัยนาท โดยเก็บตัวอย่างดินแปลงที่ใส่ปุ๋ย 0, 3, 6, 9, 12 และ 18 กิโลกรัมในโตรเจน/ไร่ ของแอมโมเนียมซัลเฟต และโซซูเปอร์ฟอสเฟต กับโพแทสเซียมคลอไรด์ จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจะมีผลต่อระดับความเป็นกรดของดิน และการสะสมของอนุพลซัลเฟตโดยที่ความเป็นกรดและอนุพลซัลเฟตจะเพิ่มตามอัตราปุ๋ยในโตรเจน แต่ไม่พบการตกค้างของปริมาณ

ไนโตรเจนในดิน สำหรับฟอสเฟต จะพบมีการสะสมบ้างในแปลงที่ใส่ปุ๋ย ส่วนโพแทสเซียมไม่พบการตกค้างในดิน

จิรศักดิ์ (2525) ศึกษาผลกระทบของผงซักฟอกบางชนิดที่มีต่อ pH N P K ในดิน และผลต่อการเจริญเติบโตของชมภูมาเหี่ยว ดาวเรือง และผักคะน้า ที่ปลูกในกระถาง พบว่าผงซักฟอกทำให้ค่า pH ในดินเพิ่มขึ้น ส่วนไนโตรเจน และโพแทสเซียม มีค่าลดลง ส่วนฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่าดินจะเปลี่ยนแปลง โดยจะจับตัวกันแน่น เป็นแผ่น เหนียว แข็ง ดูชื้นน้ำได้น้อย แห้งเร็ว และพบปริมาณธาตุอาหารรอง แคลเซียม และแมกนีเซียม ในปริมาณที่สูง

हरररररररर (2525) ทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของอนุพลซัลเฟตและคลอไรด์ที่ก่อให้เกิดความเป็นกรดของดินโดยได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับผลผลิตของข้าว และคุณสมบัติของดิน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตราสูง โดยได้ทดลองใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ชนิด คือแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ และยูเรีย 2 อัตรา คือ 18 – 12 – 12 และ 180 – 120 – 120 กก. N – P₂O₅ – K₂O/ไร่ ผลการวิเคราะห์ดินพบว่า ปริมาณคลอไรด์จะมีแนวโน้มลดลง ส่วนอนุพลซัลเฟตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากปี 2519-2523 แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นนั้นยังไม่มึผลกระทบต่อข้าว

สุปรานี (2526) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในดิน น้ำ และตะกอนของลำธาร และการดูดซับซัลเฟตของดินจากบริเวณทุ่งข้อ และคอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปริมาณซัลเฟตในดินเฉลี่ยของพื้นที่ต่างๆมีดังนี้ พื้นที่ป่าธรรมชาติ มีค่าสูงสุด คือ 44 ppm รองลงมาได้แก่พื้นที่ป่าปลูก 28.31 ppm พื้นที่ตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ 21.13 ppm และพื้นที่เกษตรกรรมมีค่าต่ำที่สุด คือ 12.25 ppm ส่วนการดูดซับซัลเฟตของดินพบว่าบริเวณป่าธรรมชาติมีการดูดซับสูงสุด รองลงมาได้แก่พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่การตั้งถิ่นฐานมนุษย์

ปริดา และคณะ (2529) ทำการศึกษาการกระจายและรูปของธาตุเหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี และทองแดง ในดินชุดโคราช ที่เก็บตัวอย่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งดินบน (0 – 15 ซม) และดินล่าง (15 – 30 ซม) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินความสามารถของดินชั้นต้นในการปลดปล่อยธาตุปริมาณน้อยดังกล่าวให้พืชใช้ และเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบการใช้ปุ๋ยเคมี ผลการทดลองพบว่า ดินชุดโคราชมีปริมาณเหล็กทั้งหมดมากที่สุด รองลงมาคือ แมงกานีส ส่วนสังกะสีและทองแดงมีน้อยมาก (2877, 194, 8 และ 3 ppm ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชพบว่าทั้งแมงกานีส และเหล็กมีอยู่ในปริมาณที่มากเกินไป ส่วนสังกะสี และทองแดงมีปานกลาง และค่อนข้างต่ำ (65, 33, 110 และ 0.3 ppm ตามลำดับ) และพบว่าเหล็ก และแมงกานีสส่วนมากอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ Oxide bound ของธาตุเหล็ก และแมงกานีสพบมากกว่ารูปอื่น ๆ ทั้งในดินบน และดินล่าง และปริมาณที่พบลดลงตามความลึก และเนื่องจากสังกะสี และทองแดงมีปริมาณน้อยจึงไม่ปรากฏในรูปใดรูปหนึ่งอย่างเด่นชัด

อนุสรณ์ (2530) ได้ศึกษารูปของอุมินัมในดินนาภาคกลางตอนใต้และการเจริญเติบโตของข้าว กข.23 การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ศึกษารูปทางเคมีที่สำคัญของอะลูมิเนียม และสมบัติทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้อง และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่น่าจะมีผลกระทบทางลบในระหว่างการปลูกข้าว กข. 23 ทั้งในระบบน้ำตม และหว่านดำรวม ผลการทดลองพบว่าดินนาในภาคกลางตอนใต้มีอุมินัมทั้ง 2 รูป คือ exchangeable และ active Al และพบว่า pH เป็นปัจจัยที่ควบคุมปริมาณอะลูมิเนียมทั้ง 2 รูป นอกจากนี้

พบว่าดินส่วนใหญ่มี CEC ในระดับสูงถึงสูงมาก และมีอินทรีย์วัตถุในระดับค่อนข้างสูง pH ของสารละลายดิน และสารละลายเหนือดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ Al^{3+} ในสารละลายดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจกล่าวได้ว่าอะลูมิเนียมไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านเป็นพิษต่อข้าวในดินนาในบางดินซึ่งได้รับปุ๋ย N, P และ K อย่างเพียงพอ

พิสมัย (2532) ศึกษาสัณฐานภาพของชุดดินปากช่อง, กำแพงแสน, มวกเหล็ก และ บ้านบึง ในการลดปริมาณแคตไอออนและฟิสิกัลโคลิฟอร์มออกจากน้ำเสียชุมชน โดยเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 50 เซนติเมตร แล้วนำมาผ่านน้ำเสียชุมชนเป็นเวลา 140 วัน ผลการศึกษาพบว่า เนื้อดินประเภทดินทรายปนร่วน สามารถรับน้ำเสียชุมชนได้มากที่สุด นอกจากนี้ทุกชุดดินสามารถลดจำนวนฟิสิกัลโคลิฟอร์มและปริมาณซีไอดี ออร์โธฟอสเฟต แอมโมเนียไนโตรเจน โซเดียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต ยกเว้นโพแทสเซียมในรูปที่ถูกตรึงในดินจะถูกดึงออกหลังผ่านน้ำเสียชุมชน นอกจากนี้ น้ำเสียชุมชนที่ซึมผ่านดินยังมีผลต่อการเพิ่มค่า pH ของดินให้สูงขึ้นเนื่องจากปริมาณแคตไอออนในดินเพิ่มขึ้น

ตำรวจ และ ไถวรรณ (2532) ทำการศึกษาผลกระทบของสภาพความชื้นของดินต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมดของดินกรด โดยทดลองเตรียมดินกรดธรรมชาติ ดินกรดจัด และดินน้ำท่วมผิวดินให้เป็นตัวอย่าง ดินฝั่งแห้ง ดินชื้นที่ 50 % ของความจุในการอุ้มน้ำของดิน และดินน้ำขังท่วมผิวดิน แล้วหาค่าความเป็นกรดของดินทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดของดินที่ได้จากห้องปฏิบัติการ โดยใช้ตัวอย่างดินฝั่งแห้ง มีค่าสูงที่สุด ดินชื้นมีค่ารองลงมา และดินน้ำขังท่วมผิวดินมีค่าต่ำสุด กลุ่มดินกรดจัดมีค่าปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มดินธรรมชาติมาก และแตกต่างกันมากที่สุดที่ในดินตัวอย่างฝั่งแห้ง รองลงมาคือตัวอย่างดินชื้น และต่างกันต่ำลงในตัวอย่างดินน้ำขังท่วมผิวดิน แต่ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดของดินฝั่งแห้งมีสหสัมพันธ์ที่สูงมากกับของตัวอย่างดินชื้น และของตัวอย่างดินน้ำขังท่วมผิวดิน ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นดินกรดธรรมชาติ หรือดินกรดจัด

เกศินี (2533) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอน จากบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่างซึ่งเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม และสิงหาคม 2532 ผลการทดลองพบว่า มีนอร์มัลอัลเคนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนอยู่ในช่วง $C_{15}-C_{32}$ สารอะโรมาติกกรรมมีค่าเฉลี่ย 20.99 ± 7.85 และ 15.39 ± 3.15 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ในเดือนมีนาคม และสิงหาคม ตามลำดับ และสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAH) มีจำนวนวงแหวนตั้งแต่ 2-6 วงแหวน โดยมีปริมาณรวมเฉลี่ย 2.71 ± 0.52 ไมโครกรัม/กรัม ในเดือนมีนาคม และ 2.03 ± 0.46 ไมโครกรัม/กรัม ในเดือนสิงหาคม

Nayana et al. (2535) ได้ศึกษารายละเอียดในพื้นที่ดินเค็มที่เป็นดินทราย โดยแสดงถึงปัจจัยตัวหนึ่งที่เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำ เกลือ และการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งแฟกเตอร์ตัวนั้นได้แก่การเกิดดินชั้นบาง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งสะสมดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุ เกิดขึ้นใกล้ผิวดินที่มีการซึมซับน้ำไม่ดี ซึ่งสิ่งนี้ถูกสรุปว่าชั้นดินที่แน่นทึบมากเป็นแหล่งสะสมเกลือเป็นปริมาณมากและเกิดสภาพรีดักชันในชั้นดินเค็มที่เป็นดินทราย และพืชที่เกิดขึ้นต้องปรับตัวให้ทนต่อสภาพดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ชั้นดินที่แน่นทึบเป็นแหล่งเกลืออันดับสองโดยถือเอาน้ำเค็มใต้ดินเป็นแหล่งเกลืออันดับหนึ่ง

สมศักดิ์ (2535) ศึกษากลไกการดูดซับซัลเฟตบนผิวของอนุภาคดิน พบว่าการดูดซับมีกลไกซับซ้อนมากกว่าแอนไอออนตัวอื่นมาก ซึ่งกลไกการดูดซับซัลเฟตจะตัวดูดซับอยู่ในรูปสารแขวนลอยในน้ำ ไม่พบหลักฐาน

ว่าซัลเฟตถูกดูดซับด้วยกลไกการสร้างอนุภาคเชิงซ้อนภายใน ดังนั้น ดินน่าจะดูดซับซัลเฟตด้วยกลไกที่ไม่แตกต่างไปจากคลอไรด์และไนเตรต

ฉันทนา (2536) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของไนเตรต ฟอสเฟต ในดิน น้ำ และตะกอนดิน บริเวณสนามกอล์ฟติดกับอ่างเก็บน้ำหนองกลางคง จังหวัดชลบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน 2 ระดับความลึก (0 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 60 เซนติเมตร) และเก็บตัวอย่างน้ำใน 2 จุด คือฤดูฝน และฤดูแล้ง ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณไนเตรตเฉลี่ยในน้ำสูงกว่าในดิน และในตะกอนดิน แต่ต่ำกว่าคุณภาพน้ำผิวดินของ WHO (45 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยในดิน (0.646 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สูงกว่าในน้ำ และตะกอนดิน โดยพบปริมาณไนเตรตสูงในดินที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร (2.918 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และฟอสเฟตสูงในดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร (0.646 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และการปนเปื้อนของไนเตรต ฟอสเฟต ในดิน น้ำและตะกอนไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กฤติยาพร (2537) ทำการศึกษาปริมาณสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอน จากบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง พบว่ามีนอร์มัลอัลเคนและสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนปนเปื้อน ซึ่งสาเหตุมาจากน้ำมันเครื่องจักร เครื่องยนต์ ในโรงงานอุตสาหกรรม และเรือต่างๆ ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมตามบริเวณการใช้พื้นที่ พบว่าบริเวณอุตสาหกรรมมีค่าสูงสุด ตามมาด้วยบริเวณชุมชน และเพาะเลี้ยง ปริมาณเฉลี่ยตามระยะทางที่ห่างฝั่ง พบว่าบริเวณชายฝั่งมีค่าสูงสุด และลดลงเป็นลำดับตามระยะทางที่ห่างฝั่งออกไป ปริมาณ PAHs เฉลี่ยรวมตามการใช้พื้นที่ที่มีปริมาณสูงสุดในบริเวณชุมชน ตามมาด้วยบริเวณอุตสาหกรรม และเพาะเลี้ยง ปริมาณ PAHs เฉลี่ยตามระยะทางค่าสูงสุดอยู่ในบริเวณชายฝั่ง และลดลงตามระยะทางที่ห่างฝั่ง ตามลำดับ นอกจากนี้ในตะกอนชั้นล่างพบไฮโดรคาร์บอนที่มาจากการสังเคราะห์ตามธรรมชาติโดยกิจกรรมของแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่

จรูญ (2537) ศึกษาการกระจายของอะลิฟาติกและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนตามลำดับความลึกของชั้นตะกอนที่เก็บจากตะกอนบริเวณอ่าวไทย ผลการศึกษาพบว่า มีนอร์มัลอัลเคนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนอยู่ในช่วง $C_{15}-C_{30}$ ปริมาณของนอร์มัลอัลเคนรวมมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก เมื่อพิจารณาการกระจายของนอร์มัลอัลเคน และดัชนีต่าง ๆ บ่งชี้ได้ว่าไฮโดรคาร์บอนที่สะสมอยู่ในตะกอนบริเวณต่าง ๆ ของอ่าวไทยมีแหล่งมาจากทั้งธรรมชาติ และน้ำมัน สำหรับสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนพบในปริมาณน้อยมากทั้งชนิดและปริมาณ โดยสารส่วนใหญ่ที่พบคือ ไดเบนโซโซโอฟิน 1, 2 ไดไฮโดร – 1 ฟินิล แนพทาเลน และ 2 – เมทิลฟีแนนทริน

บางคอง (2538) ทำการหาปริมาณโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนและฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ในดินของจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งใช้วิธีการทางเคมีและชีวภาพประเมินศักยภาพด้านฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ของตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างดินจากอำเภอเมือง อำเภอสารภี และบริเวณคอกสุเทพ และทำการวิเคราะห์โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน 16 ชนิดที่สำคัญตามเกณฑ์ของ US-EPA โดยใช้เทคนิค High Performance Liquid chromatography (HPLC) พบว่าในดินตัวอย่างอำเภอเมือง และอำเภอสารภี พบพีเอเอช ได้แก่ ฟลูโอแรนทีน, ไพรีน, ฟิแนนทริน และเบนโซซิน และแอนทราซีน ส่วนในตัวอย่างดินจากคอกสุเทพ พบแต่แอนทราซีนเท่านั้น ตัวอย่างดินที่เก็บจากจุดใกล้ถนนมีปริมาณพีเอเอชสูงกว่าตัวอย่างดินที่เป็นสวน ผลการทดลองชี้ว่าควั่นไถเสียรถยนต์ และการเผาขยะเป็นแหล่งสำคัญของพีเอเอช และฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ในดินของพีเอเอช พบว่ายังไม่สามารถ

สรุปได้อย่างชัดเจนจากข้อมูล เนื่องจากว่า อาจมีการเสริมฤทธิ์ การต่อต้านฤทธิ์ และปฏิกิริยาของสารในดิน และอาจเป็นไปได้ว่ามีสารก่อการกลายพันธุ์อื่นๆในดิน ได้แก่ สารปราบศัตรูพืช, ไนโตร – ฟิเอเอช, เฮกเทอโรไซคลิกเอมีน และสารประกอบเอ็น-ไนโตร เป็นต้น

อภิศักดิ์ และคณะ (2538) ศึกษาผลกระทบของสมบัติดินและน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ตอนคือ การศึกษาลักษณะทางเคมีของดินป่าชายเลนก่อนพัฒนาเป็นบ่อเลี้ยง ในเขตจังหวัดสมุทรสงคราม และสมุทรสาคร จากลักษณะทางเคมีของดินพบว่า ดินมีปริมาณธาตุอาหารพืช และความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ไม่เหมาะต่อการปลูกพืชเนื่องจากดินมีความเค็มสูง การศึกษาปริมาณธาตุโลหะบางชนิดในดิน เช่น สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และ เหล็ก พบว่าในตัวอย่างดินมีความแปรปรวนและไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าเป็นสาเหตุของการทิ้งร้างของบ่อเลี้ยง การศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่าเป็นน้ำกร่อยและมีค่าการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงแคบ ส่วนคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณนาเกลือ พบว่ามีความเค็มมาก และมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยในฤดูแล้ง

จักรพงษ์ (2539) ทำการศึกษาผลของการใช้น้ำในโตรเจน และปุ๋ยหินฟอสเฟตบดที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินบริเวณหลังจากใส่ต่อเนื่องกัน 3 ปี ในเขตจังหวัดปทุมธานี นครนายก และปราจีนบุรี พบว่าปริมาณความเป็นกรดทั้งหมด และปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง เป็นผลให้ pH ของดินโดยทั่วไปสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมาก

ประวิทย์ และพิภพ (2539) ศึกษาการสะสมตัวและการเคลื่อนที่ของไอออนจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งในหน้าตัดดินที่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และทรัพยากรดิน ในอำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา โดยทำการเก็บตัวอย่างดินชุดดินบางกอก (Bk) จากบ่อเลี้ยงกุ้งอายุ 1 ปี (บ่อใหม่) และบ่อเลี้ยงกุ้งอายุ 3 ปี (บ่อเก่า) และดินนาข้าวที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับบ่อทั้ง 2 ผลการศึกษาพบว่าน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งได้ชะล้างแคลเซียมออกไปจากดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 100 – 130 เซนติเมตรจากผิวดิน และมาสะสมอยู่ที่ความลึกมากกว่า 140 เซนติเมตร ส่วนแมกนีเซียมถูกชะล้างออกไปตลอดชั้นหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา ส่วนแมงกานีส และทองแดงไม่มีการชะล้างและสะสม แต่พบการสะสมของสังกะสีที่ความลึก 100 – 120 เซนติเมตรจากผิวดิน ซึ่งการสะสมตัวของไอออนของธาตุต่าง ๆ มีปริมาณไม่มากพอที่จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และทรัพยากรดิน นอกจากนี้ผลการศึกษายังทำให้สามารถแบ่งขอบเขตการเคลื่อนที่และปฏิกิริยาเคมีระหว่างไอออนต่างๆในหน้าตัดของดินบ่อเลี้ยงได้

อภิศักดิ์ (2539) ศึกษาการตกค้างของกำมะถันในแปลงอุ้งบนชุดดินเลย พบว่าชุดดินเลยเป็นดินที่มีการพัฒนาทางหน้าตัดดินสูง เมื่อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างดินดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ การสะสมของกำมะถันและฟอสฟอรัสรวมในดินบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแปลงอุ้งที่มีอายุมากขึ้น แต่การชะล้างของกำมะถันลงไปสู่ตอนล่างของหน้าตัดดินมีน้อย และไม่พบความเป็นพิษของสารประกอบกำมะถันต่อดินอุ้ง

ศิริลักษณ์ (2540) ศึกษาผลกระทบของลักษณะทางเคมีบางประการของดินบนจากสวนผักและผลไม้ในอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการสวนของเกษตรกรแบบใหม่ 11 สวน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณทั้งหมดของธาตุอาหารพืชที่มีการใส่พบว่ามีค่าสะสมอยู่ในสวนสมัยใหม่สูงกว่าในสวนสมัยเก่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมของฟอสเฟตจนน่าจะชักนำให้ขาดจุลธาตุอาหารประจวบกับบางธาตุ ตอนที่สองเป็นการศึกษาผลทางลบของฟอสเฟตรูปต่าง ๆ ที่

คาดว่าจะชักนำให้เกิดการขาดแคลนจุลธาตุอาหารประจวบ และ การตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ผลการทดลองพบว่า ส่วนเปรียบเทียบกับ(ไม้ไผ่สารเคมีใดๆ) ให้ปริมาณสัมพัทธ์ของไนโตรเจนที่แปรสภาพออกมาในรูปของแอมโมเนียม ไนเตรต มากกว่าส่วนสมัยใหม่ และพบว่ามีอินทรีย์ฟอสเฟตทุกรูป ยกเว้นเหล็กฟอสเฟตส่งผลทางลบต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน

กรมควบคุมมลพิษ (2542) กล่าวถึงสารเคมีปนเปื้อนดินบริเวณสนามบินบ่อฝ้าย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งพบในระหว่างการขยายทางวิ่งของสนามบิน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2542 โดยปรากฏถึงพลาสติกสีขาวขุ่น ขนาดประมาณ 15 ลิตร จำนวน 5 ถัง ซึ่งฝังอยู่ใต้ดินที่ระดับความลึก 1.2 เมตร สภาพแข็งนิ่ม และไม่มีสารเคมีหลงเหลืออยู่ในถัง คาดได้ว่ามีสารเคมีแพร่กระจายในดินบริเวณที่ขุดพบถัง ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่า ดินบริเวณดังกล่าวมีสีแสดและส่งกลิ่นเหม็นรุนแรง และมีผู้ป่วยจากการระคายเคืองและเวียนศีรษะ เนื่องจากกลิ่นเหม็นและไอระเหยของสารเคมีปนเปื้อนในดิน คือ Dibutyl disulfide และสาร Dioxins

พิชัย (2542) ศึกษาลักษณะทางจุลฐานวิทยา และความสัมพันธ์ของการดูดซับฟอสเฟตกับสมบัติบางประการของดินในบริเวณเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ดินที่ทำการศึกษาอยู่ในอันดับอัลฟีโซลส์ 6 บริเวณ และมอลลิโซลส์ 5 บริเวณลักษณะทางจุลฐานวิทยา อนุภาคหยาบที่พบมาก คือ แร่ควอร์ตซ์ และดินมีการดูดซับฟอสเฟตต่ำ (15.5 – 86.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การดูดซับฟอสเฟตกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ในดินมีสหสัมพันธ์ทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพิ่มพูน (2542) ศึกษากลไกและลักษณะการดูดซับโบรอนในดิน โดยพบว่า รูปของโบรอนเปลี่ยนแปลงตามค่า pH และความเข้มข้นของโบรอน ที่ pH ต่ำกว่า 8 โบรอนอยู่ในรูปกรดบอริก $B(OH)_3$ เป็นส่วนใหญ่ เมื่อ pH สูงกว่า 8 โบรอนส่วนใหญ่อยู่ในรูปบอเรตไอออน $B(OH)_4^-$ การดูดซับของโบรอนในดินโดยองค์ประกอบประเภทต่างๆ ของดินเกิดเป็นแบบจำเพาะ โดยเกิดการแลกเปลี่ยนกับ OH group ที่เป็นลิแกนด์ของธาตุโลหะในโครงสร้างแร่บนตำแหน่งบริเวณพื้นผิวของอนุภาครีโอออกไซด์ หรือบริเวณขอบของผลึกแร่ดินเหนียว โบรอนทำปฏิกิริยากับอินทรีย์วัตถุตรงส่วนที่เป็น cis – diols หรือ dihydroxy – carboxy ลักษณะการดูดซับอธิบายได้ตามสมการ Langmuir สมการ Freundlich และสมการ Keren

Silke (2000) ทำการศึกษาปริมาณ Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) และ Polychlorinated Biphenyls (PCBs) ซึ่งพบว่าหน้าดินของกรุงเทพมหานครมีการกระจายตัวเฉลี่ยของ PAHs และ PCBs ระหว่างกลุ่มอนุภาคสามารถเปรียบเทียบได้กับดินในเขตบ่อน้ำ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของความเข้มข้น PAH พบมากใน Silt และความเข้มข้นของ PCBs เฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง

Burauel (2000) ได้ทำการศึกษารูปแบบ และผลระยะยาวของสารตกค้างที่ไม่แตกตัวโดยเครื่อง Lysimeter ในภาคสนาม โดยทำการฝัง Lysimeter ลงในดินที่ทำการเกษตร แล้วทำการฉีดยาปราบศัตรูพืชชนิดต่างๆ ที่มี C-14 ผสมอยู่ลงไปแปลง แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อตรวจหาปริมาณสารตกค้างที่เหลืออยู่ตามระยะเวลาที่กำหนด พบว่าสารเคมีที่ตกค้างจะพบมากที่สุดที่ชั้นดิน และปริมาณยาปราบศัตรูพืชที่เหลืออยู่ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในดิน

3.3 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางชีวภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษในดินทางชีวภาพในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 มีดังต่อไปนี้

สุนทรีย์และนิรันดร์ (2518) กล่าวว่าสารปราบศัตรูพืชในปัจจุบันมีผลตกค้างในดิน และจะมีการตกค้างมากขึ้นเมื่อมีการใช้สารมากขึ้น จนอาจมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยทำให้ลดปริมาณหรือจำกัดชนิดของจุลินทรีย์ลง สารกำจัดแมลงที่นิยมใช้กันคือ Azodrin โดยทำการศึกษาหาปริมาณของแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่ได้รับสารกำจัดแมลง Azodrin ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ผลการทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติดินที่ได้รับสารกำจัดแมลงกับดินที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น โดยเก็บดินตัวอย่างจากสวนในอำเภอคำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และดินที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกในบริเวณใกล้เคียง ปรากฏว่าได้ผลเหมือนกันทั้ง pH และ Texture แต่ดินที่ได้รับการฉีดพ่นจะมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินที่ไม่เคยได้รับการฉีดพ่นมาก่อน

นิมิต (2528) ได้ทำการศึกษาการกำจัดโคลิฟอร์มในอุจจาระและธาตุอาหารพืชจากน้ำโสโครกจากที่พักอาศัยโดยใช้คอสมอสของดิน 7 ชนิด พบว่า ชนิดที่มีการซึมผ่าน (permeability) สูง จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำกว่าดินที่มีการซึมผ่านต่ำ ดินทุกชนิดสามารถลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total bacteria) และซีโอดี (COD) ในน้ำโสโครกได้มากกว่าร้อยละ 95 และ 71 ตามลำดับ และพบว่าที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร ของชุดดินมวกเหล็ก, ชุดดินสัดหีบ และชุดดินบ้านบึง ซึ่งมีความสามารถในการยึดไอออน (ion) และการกรองต่ำ ยังคงสภาวะแอโรบิก (aerobic condition) หลังจากเติมน้ำโสโครกลงไปแล้วเป็นเวลา 45 วัน ชุดดิน 3 ชุดดินนี้จึงสามารถลดปริมาณออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ได้หมดหลังจากเติมน้ำโสโครกลงไป 5 และ 21 วันตามลำดับ จากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าการใช้ดินบำบัดน้ำเสียนั้นได้ผลดี ดินมีการเก็บกักสิ่งโสโครกและจุลินทรีย์ไว้ได้ อาจทำให้ในอนาคตดินจะเป็นแหล่งรองรับของเสียที่นิยมใช้กันมาก แต่ปัญหาที่น่าวิตกกังวลคือ ถ้าหากว่ามีการทิ้งสิ่งโสโครกมากเกินไปเกินความสามารถที่ดินจะรองรับไว้ได้ ก็ย่อมจะทำให้เกิดมลพิษทางดิน และมีโอกาสที่มลพิษจากดินจะกระทบไปสู่สิ่งแวดล้อมอื่นนอกจากดินได้ อีกทั้งทำให้พืชที่เพาะปลูกบนแหล่งทิ้งสิ่งโสโครกนี้ไม่ปลอดภัยในการที่จะนำมาใช้อุปโภคและบริโภคอีกด้วย

ในกระบวนการแตงแร่นั้น ขี้แร่อะถูกขจัดออกแล้วเอาไปกองรวมกัน ขี้แร่นี้มีกัมมะถันรวมอยู่ด้วยมักเกิดปัญหาการเกิดกรดกำมะถันปนอยู่ด้วยเสมอ เพราะซัลไฟด์ในไฟโรท์ และโลหะซัลไฟด์จะถูกจุลินทรีย์พวก *Thiobacillus spp.* ช่วยแปรสภาพให้เป็นกรดกำมะถันได้เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม ดังเช่น Agate (1986) ได้ศึกษา *Thiobacillus ferrooxidans* ที่ได้ถูกแยกออกมาจากดินป่าโกงกางในเขตที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุกและในเขตที่ไม่มีการทำเหมืองแร่ดีบุก โดยได้หาและเปรียบเทียบความจุในการออกซิไดซ์เหล็กของทั้งสองบริเวณ ผลที่ได้เป็นในลักษณะการอธิบายถึงความสัมพันธ์ในการดูดซับดินที่เป็นมลสารออกไปจากพื้นที่ปลูกป่าโกงกางภายใต้อิทธิพลของน้ำเค็มที่อยู่ในอาณาเขตที่ทำเหมืองแร่ดีบุก

อุดมลักษณ์ (2536) กล่าวถึงอิทธิพลของสารกำจัดวัชพืชต่อจุลินทรีย์ในดิน ว่าจุลินทรีย์มีการปรับตัวเองที่จะย่อยสลายสารกำจัดวัชพืชและสามารถอาศัยอยู่ในดินได้ดีกว่าจุลินทรีย์เดิม แต่อย่างไรก็ตามหากมีการใช้หลายๆปีติดต่อกันสารกำจัดวัชพืชก็จะไม่ถูกย่อยสลาย เนื่องจากจุลินทรีย์จะมีปริมาณลดน้อยลง จึงควรเปลี่ยนแปลงชนิดของการใช้สารกำจัดวัชพืช ก็จะเป็นการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ในดินและลดการเสื่อมสภาพของดินด้วย

กัลยา (2537) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และประเมินความเสี่ยงต่อเชื้อราโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรค จากการนำกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนไปใช้ในทางการเกษตร พบว่าการฝังกากตะกอนในที่แจ้งมีแฉดจัดเป็นเวลา 7 วัน กากตะกอนจะมีความชื้นประมาณ 2% และจะไม่พบเชื้อราโมเนลลา ส่วนอิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้นพบว่าการเติมกากตะกอนที่ระดับ 20 และ 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ CO_2 , C:N ratio, จุลินทรีย์ดิน และ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และสรุปได้ว่าหลังจากการเติมกากตะกอนลงในดินทดลอง 2 ประเภทคือ ดินเหนียว และดินร่วนที่อัตรา 20 และ 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ไม่มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โสธรยาและคณะ (2537) ได้ทำการศึกษาผลของวัตถุมีพิษต่อไส้เดือนและจุลินทรีย์ดินบริเวณสวนทุเรียน จังหวัดจันทบุรีพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ดินในแปลงของโครงการที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิดและใช้เพียงครั้งเดียว ตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร มีมากกว่าแปลงที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 8 ชนิด ตามการวินิจฉัยของเกษตรกร ในทางตรงกันข้ามปริมาณไส้เดือนดินในแปลงที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 8 ชนิด มีปริมาณมากกว่าแปลงที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิด และใช้เพียงครั้งเดียว

สมบัติ (2538) กล่าวว่า มีความเป็นไปได้มากที่จะใช้อัตรการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในดินตะกอนเป็นเครื่องบ่งชี้ภาวะมลพิษของแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ โดยบริเวณที่มีค่าสูงแสดงถึงมีการปนเปื้อนของสารมลพิษมาก และเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ สูง มีโอกาสเกิดมลพิษทางน้ำรุนแรงกว่าบริเวณที่มีค่าต่ำกว่า โดยจากการทำการศึกษาพบว่า อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในดินตะกอน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าบีโอดีและปริมาณซัลไฟด์ในน้ำ รวมถึงปริมาณสารอินทรีย์ และปริมาณแบคทีเรียในตะกอน โดยสัมพันธ์ในทางกลับกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและความเป็นกรดเป็นด่างของค่า แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของดินตะกอนและความเค็มของน้ำ

สุชาติ และ นิรันดร์ (2518) ทำการทดลองใช้ dieldrin ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลง และ สารกำจัดวัชพืชทุฟรีดี (2,4-D) โดยการใส่สารทั้งสองชนิดในอัตราที่แตกต่างกันในดินภายในกระถางทั้งที่ปลูกข้าวโพดและไม่ปลูกข้าวโพดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อดูฤทธิ์และผลตกค้างของการใช้สารทั้งสองชนิดว่าจะมีผลต่อปริมาณ และ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินหรือไม่ โดยสังเกตจากปริมาณจุลินทรีย์ดินภายในแต่ละกระถางเพื่อเปรียบเทียบกับกระถางที่ไม่ใส่สารกำจัดแมลงหรือสารกำจัดวัชพืชลงไป ผลการทดลองปรากฏว่า ผลของสารกำจัดแมลง Dieldrin และ สารกำจัดวัชพืช 2,4-D ที่มีต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งสองกระถาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

บัญญัติ (2531) กล่าวว่า การใช้สารกำจัดศัตรูพืช นอกจากจะไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ในดินได้ ยังกระตุ้นให้จุลินทรีย์มีความต้องการสารกำจัดศัตรูพืชอีกด้วย เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดจะมีการปรับปรุงระบบต่างๆภายในเซลล์ เพื่อให้ทนต่อการทำลายของสารกำจัดศัตรูพืช หรือจุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างสารทำลาย

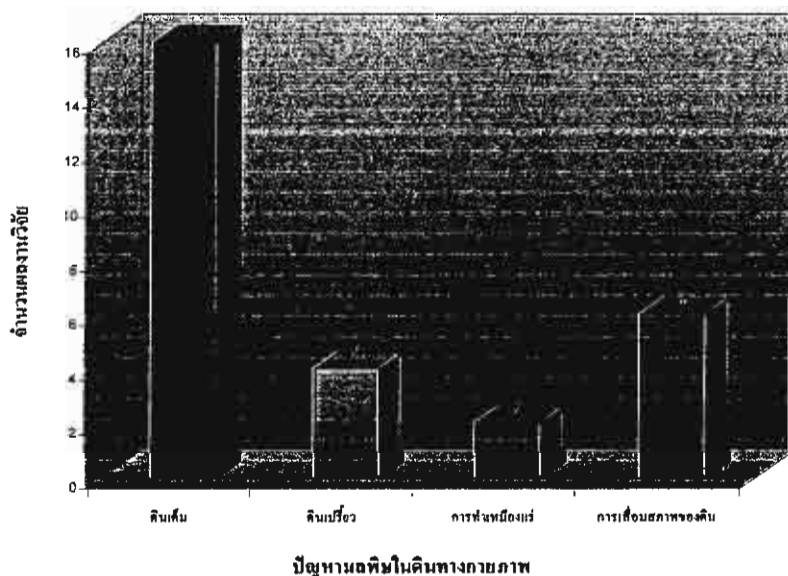
สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านั้นได้ และการย่อยสลายของสารกำจัดศัตรูพืชนั้นจะช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และ pH นอกจากนี้ยังกล่าวว่า ประเทศไทยมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก โดยไม่มีกฎหมายควบคุมเหมือนประเทศอื่น ดังนั้นจึงควรหาวิธีการควบคุมหรือการจัดการใช้สารเหล่านี้

เลย์ (2538) ทำการศึกษาการย่อยสลายของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์โดยจุลินทรีย์ในดินเขตร้อน โดยนำดินที่มีประวัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์จากแปลงปลูกถั่วเหลืองและผัก ของสถานีเกษตรหลวงปางดะ ตำบลสะเมิงใต้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การสลายตัวของคาร์บาริลจะช้าลงเมื่อมีสารปราบวัชพืชพาราควอต แสดงให้เห็นว่า พาราควอตให้ผลทางลบต่อประชากรและการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

3. วิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

3.1 ปัญหาอุปสรรคในดินที่เกี่ยวข้องทางกายภาพ

จากงานวิจัยและข้อมูลเกี่ยวกับทางด้านมลพิษทางกายภาพจะเห็นได้ว่างานวิจัยหรือข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องดินเค็มมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ก็เกินไปในลักษณะเดียวกันคือ วิเคราะห์ดิน วิเคราะห์สาเหตุ หาผลกระทบ และเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่มีอยู่แต่เดิม มีอยู่น้อยมากที่จะพัฒนาหาวิธีการใหม่ ๆ มาใช้ในการปรับปรุงดินเค็ม ดังนั้นช่องว่างของงานวิจัยด้านดินเค็มคือ การหาการพัฒนาหาวิธีการปรับปรุงดินเค็มที่ได้ผลดีและรวดเร็วกว่าวิธีการเดิม ๆ เช่น การชะล้างดิน การปลูกพืชคลุมดิน เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยเวลานาน อีกทั้งข้อมูลพื้นฐานของดินเค็มในประเทศไทยมีอยู่ค่อนข้างมาก เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นรากฐานในการพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหาดินเค็มขึ้นมา ในส่วนของงานวิจัยและข้อมูลทางด้านดินเปรี้ยวที่รวบรวมได้นั้นก็มีอยู่น้อยเช่นกัน แต่วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขดินเปรี้ยวนั้นทำได้ไม่ยากและเห็นผลได้เร็ว ซึ่งในปัจจุบันก็มีการแก้ไขที่ได้ผลแล้วในหลาย ๆ พื้นที่ ส่วนงานวิจัยและข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษในดินจากการทำเหมืองแร่ยังมีอยู่น้อยมาก ช่องว่างงานวิจัยทางด้านนี้จึงอยู่ที่การหาข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ไขปัญหาด่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในส่วนสุดท้ายการเสื่อมสภาพของดินน่าจะมีช่องว่างงานวิจัยอยู่ที่การหางานวิจัยในด้านการจัดชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ให้ได้ทั่วทุกพื้นที่ ซึ่งข้อมูลการสำรวจพื้นที่และแนวทางแก้ไขมีอยู่มากพอสมควร แต่ไม่ได้มีการกำหนดลงไปว่าพื้นที่บริเวณนั้นมีศักยภาพสูงสุดในการนำไปใช้ประโยชน์ในทางใดให้มากกว่าที่มีอยู่



รูปที่ 1 จำนวน ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอุปสรรคในดินทางกายภาพ (พ.ศ. 2504-2543)

3.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี

3.2.1 ธาตุพิษหรือโลหะหนัก

ผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อให้มีผลผลิตเพียงพอต่อการขยายตัวของจำนวนประชากร ทำให้ดินซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคอย่างที่เคยเป็นมาแล้ว ดินในปัจจุบันยังต้องเป็นแหล่งรองรับสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ อีกด้วย ดังในบทบทวนวรรณกรรมที่แสดงถึงแหล่งปนเปื้อนของธาตุพิษต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยธาตุพิษต่าง ๆ เหล่านี้มักจะสะสมอยู่ในดิน แหล่งน้ำ และตะกอนดิน ซึ่งในที่สุดจะส่งผลกระทบต่อในระยะยาวต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

โดยภาพรวมของปัญหาโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ทั้งในดินและตะกอนดินในประเทศไทยนั้น ที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นสารตะกั่ว ปรอท แคดเมียม นอกจากนี้ยังมีธาตุที่เมื่อมีปริมาณมากก็อาจจะเป็นพิษได้เช่น อะลูมิเนียม ฟอสเฟต เป็นต้น โดยบริเวณที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนาทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นนิคมอุตสาหกรรม บริเวณริมถนน และที่สำคัญยังพบในบริเวณสถานที่กำจัดมูลฝอย ซึ่งแสดงถึงการจัดการที่ไม่ดีพอ ซึ่งธาตุพิษต่าง ๆ เหล่านี้นอกจากจะปนเปื้อนในดินแล้วยังสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร จนส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยรวมได้

นอกจากนี้ การที่ประเทศไทยมีปริมาณแหล่งแร่สำรองที่เป็นโลหะหนักหลายชนิด ได้แก่ ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn) เป็นต้น และอาจมีธาตุโลหะหนักเกิดร่วมกับสายแร่ชนิดอื่น เช่น สารหนูเกิดร่วมกับดีบุก เป็นต้น ดังนั้นหากมีการทำเหมืองแร่ดีบุก และนำแร่เหล่านี้ขึ้นมาใช้ ย่อมเกิดการปนเปื้อนของสารหนูอย่างแน่นอน เช่นเดียวกับการนำปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุปรับปรุงดินใด ๆ ใส่ลงในพื้นที่การเกษตร การกระทำดังกล่าวอาจเป็นการกระจาย การปนเปื้อนโลหะหนักลงในพื้นดินได้

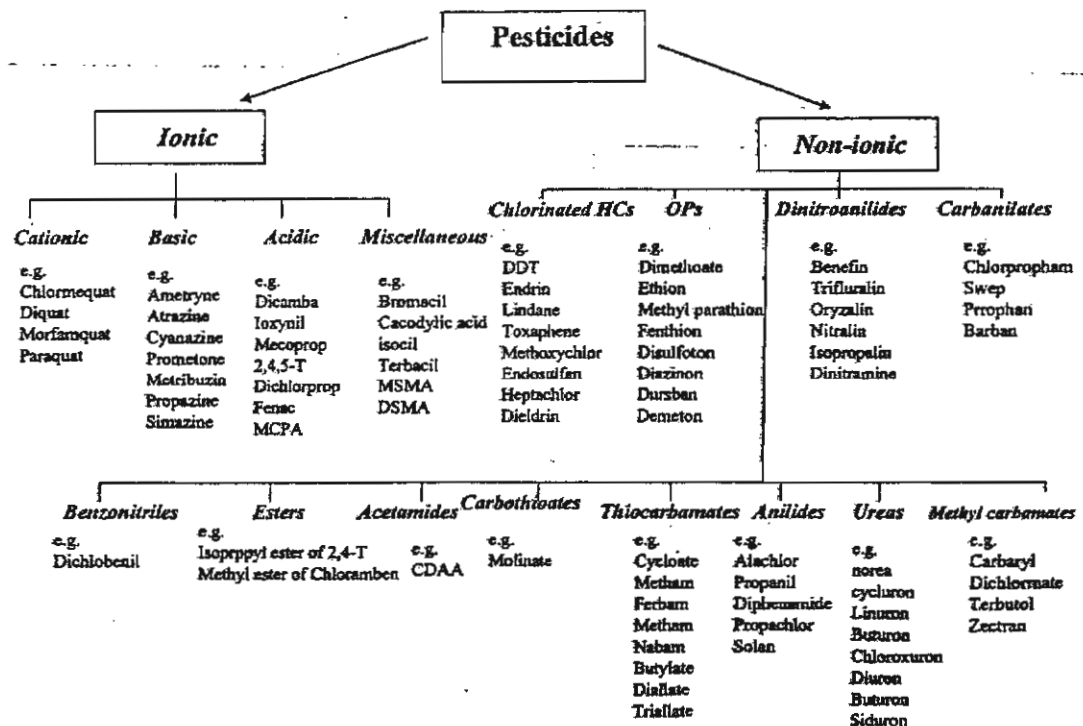
เมื่อพิจารณาถึงช่องว่างของงานวิจัยที่ผ่านมา อาจกล่าวได้ว่างานวิจัยทางด้านธาตุพิษยังมีอยู่น้อยมากในประเทศไทย และงานวิจัยส่วนใหญ่ก็มุ่งเน้นไปในเชิงตรวจสอบว่าพบหรือไม่พบการปนเปื้อนเท่านั้น แต่ยังไม่ได้มีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่แท้จริง และมิได้มีการวางแนวทางแก้ไขอย่างจริงจัง นอกจากนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ก็ยังขาดความต่อเนื่องในการศึกษา ทำให้ผลการติดตามตรวจสอบเกิดความไม่ต่อเนื่อง สำหรับในส่วนของการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตก็ยังมีศึกษากันค่อนข้างน้อยมาก

3.2.2 สารพิษทางการเกษตร

จากการใช้สารพิษทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และมักจะหลีกเลี่ยงไม่ได้เมื่อสารเหล่านี้ตกลงสู่พื้นดิน นอกจากจะกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเป้าหมายแล้ว สารเหล่านี้หากคงสภาพอยู่ในดิน

โดยไม่เสื่อมสลาย ย่อมจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นกลุ่มนอกเป้าหมายในดิน ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยของสุนทรี และคณะ (2518) ไพรีธ (2525) และอูมัลกัษณ์ (2531) เป็นต้น

ในปัจจุบันสารกำจัดศัตรูพืชมีใช้กันแพร่หลายซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มออกจากกันโดยอาศัยคุณสมบัติทางฟิสิกส์-เคมี (Physicochemical) ได้แก่ ขนาดของโมเลกุล ความสามารถในการรับไอออน การละลายน้ำ การละลายในไขมัน การมีขั้ว และการระเหย เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะส่งผลต่อการควบคุมกิจกรรมทางชีวภาพในดินอีกด้วย ในการทำปฏิริยาร่วมกันของดินกับสารกำจัดศัตรูพืช จะเกิดจากขบวนการดูดซับ (adsorption) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในดินความสามารถในการดูดซับนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและสารประกอบของดิน เช่น ขนาด รูปร่าง โครงสร้างโมเลกุล การละลายน้ำ กรด-เบส และการมีขั้ว เพื่อให้สามารถมองภาพรวมของปัญหาการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงสามารถจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช (Gevao et al., 2000) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช

เมื่อพิจารณาจากการจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นทางกลุ่มของ Non-ionic Pesticide มากกว่ากลุ่มของ Ionic Pesticide โดยในกลุ่มของ Non-ionic Pesticide จะพบว่าวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารกำจัดศัตรูพืช จำพวก Chlorinated Hydrocarbons เช่น HCB alpha-BHC aldrin dieldrin endrin endosulfan heptachlor heptachlor-epoxide alpha-chlordane p,p'-DDE p,p'-DDD o,p'-DDT และ p,p'-DDT เป็นต้น จำนวน

มากที่สุด และรองลงมาได้แก่ กลุ่ม Organophosphate เช่น dicrotophos, dimetoate, malathion และ methyl-parathion เป็นต้น ส่วนจำพวกอื่นๆ คือ Carbanilates Anilides และ Methyl Carbarnates พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีอยู่น้อย ส่วนในกลุ่มของ Ionic Pesticide พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีอยู่แค่เพียง 2 จำพวก ได้แก่ Cationic คือ Paraquat และ Basic คือ Ametryne Atrazine และ Cyanazine เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ยังคงขาดอยู่ทั้งกลุ่ม Non-ionic Pesticide และกลุ่ม Ionic Pesticide ได้แก่ Dinitroanilines Benzonitriles Ester Acetamides Carbothionates Ureas Acidic และ Miscellaneous

โดยภาพรวมของปัญหาสารพิษทางการเกษตรที่ตกค้างในดินและตะกอนดินของประเทศไทยนั้น โดยส่วนใหญ่สารพิษที่ตรวจพบอยู่ในดินและตะกอนดิน คือสารกำจัดแมลงและสารกำจัดวัชพืช ซึ่งมักจะอยู่ในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนมากกว่ากลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต เนื่องจากสารพิษกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนโดยส่วนใหญ่จะตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้นาน สลายตัวยาก และมีครึ่งชีวิตที่ยาวนาน ปัจจุบันมีการประกาศห้ามใช้สารพิษในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนเกือบทุกชนิด อย่างไรก็ตามยังสามารถตรวจพบสารพิษกลุ่มนี้ได้ทั้งในดินและตะกอนดิน ในปริมาณที่มีระดับต่ำก็ตาม แต่สารพิษเหล่านี้ก็ยังสะสมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารในสิ่งมีชีวิตต่อไปได้นอกจากนี้กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ถึงแม้จะตรวจพบได้น้อยและสลายตัวง่ายกว่ากลุ่มออร์แกนโนคลอรีน แต่ความเป็นพิษของสารพิษกลุ่มนี้จะเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาจมากกว่ากลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ดังนั้นจึงควรตระหนักและเฝ้าระวังอันตรายที่อาจเกิดกับมนุษย์เช่นกัน

นอกจากนี้เมื่อสารพิษเหล่านี้ถูกชะล้างด้วยน้ำฝนหรือซึมผ่านสู่ระบบน้ำใต้ดิน และไหลรวมลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น ลำคลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ และเขื่อน ก็มักจะสะสมอยู่ในแหล่งน้ำและตะกอนดิน ซึ่งได้มีการทำการศึกษาวิจัยและสำรวจอยู่ในงานวิจัยหลายๆชิ้นที่กล่าวมาข้างต้นเช่นกัน

ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืชก็มีแนวโน้มของการใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆทำให้เกิดการสะสมในดินและตะกอนดินเช่นกัน ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะกล่าวถึงสารที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ พาราควอต อะลาคลอร์ ไซยานาซีน และ อะทราซีน ซึ่งมักจะเกิดปัญหาจากการใช้สารเหล่านี้ นอกจากนี้ปัจจุบันพาราควอตยังสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้นิยมใช้เนื่องจากสารเหล่านี้มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด

หากพิจารณาถึงช่องว่างของงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ซึ่งเป็นงานในเชิงสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อเฝ้าระวังปัญหามลพิษในดินจากสารพิษทางการเกษตรที่อาจจะเกิดขึ้น งานวิจัยไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย หากแต่เป็นการสุ่มตรวจวัดเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นมุมมองภาพรวมของปัญหาระดับประเทศก็ยังคงคลุมเครือไม่ชัดเจนนัก ปัจจุบันมีการผลิตสารพิษทางการเกษตรชนิดใหม่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเทคนิคการตรวจวัดสารพิษตกค้างในดิน สามารถครอบคลุมได้ทุกชนิดของสารพิษที่ผลิตขึ้นใหม่หรือไม่ จำเป็นต้องพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ให้สอดคล้อง ถูกต้อง แม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมามักจะกล่าวถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในดินเท่านั้น ซึ่งควรจะมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆในห่วงโซ่อาหาร จนกระทั่งถึงมนุษย์ (ผู้บริโภคสูงสุด)

นอกจากนี้ข้อมูลเกี่ยวกับการสลายตัวของสารพิษในดินยังมีน้อย และมักเป็นข้อมูลของต่างประเทศ ซึ่งสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น และปริมาณน้ำฝน แตกต่างกันไปจากของประเทศไทย ดังนั้นจึง

3.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี

3.2.1 ธาตุพิษหรือโลหะหนัก

ผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อให้มีผลผลิตเพียงพอต่อการขยายตัวของจำนวนประชากร ทำให้ดินซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคอย่างที่เคยเป็นมาแล้ว ดินในปัจจุบันยังต้องเป็นแหล่งรองรับสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ อีกด้วย ดังในบทบทวนวรรณกรรมที่แสดงถึงแหล่งปนเปื้อนของธาตุพิษต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยธาตุพิษต่าง ๆ เหล่านี้มักจะสะสมอยู่ในดิน แหล่งน้ำ และตะกอนดิน ซึ่งในที่สุดจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

โดยภาพรวมของปัญหาโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ทั้งในดินและตะกอนดินในประเทศไทยนั้น ที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นสารตะกั่ว ปรอท แคดเมียม นอกจากนี้ยังมีธาตุที่เมื่อมีปริมาณมากก็อาจจะเป็นพิษได้เช่น อะลูมิเนียม ฟอสเฟต เป็นต้น โดยบริเวณที่พบส่วนใหญ่มักจะเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนาทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นนิคมอุตสาหกรรม บริเวณริมถนน และที่สำคัญยังพบในบริเวณสถานที่กำจัดมูลฝอย ซึ่งแสดงถึงการจัดการที่ไม่ดีพอ ซึ่งธาตุพิษต่าง ๆ เหล่านี้นอกจากจะปนเปื้อนในดินแล้วยังสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร จนส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยรวมได้

นอกจากนี้ การที่ประเทศไทยมีปริมาณแหล่งแร่สำรองที่เป็นโลหะหนักหลายชนิด ได้แก่ ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn) เป็นต้น และอาจมีธาตุโลหะหนักเกิดร่วมกับสายแร่ชนิดอื่น เช่น สารหนูเกิดร่วมกับดีบุก เป็นต้น ดังนั้นหากมีการทำเหมืองแร่ดีบุก และนำแร่เหล่านี้ขึ้นมาใช้ ย่อมเกิดการปนเปื้อนของสารหนูอย่างแน่นอน เช่นเดียวกับการนำปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุปรับปรุงดินใด ๆ ใส่ลงในพื้นที่การเกษตร การกระทำดังกล่าวอาจเป็นการกระจาย การปนเปื้อนโลหะหนักลงในพื้นดินได้

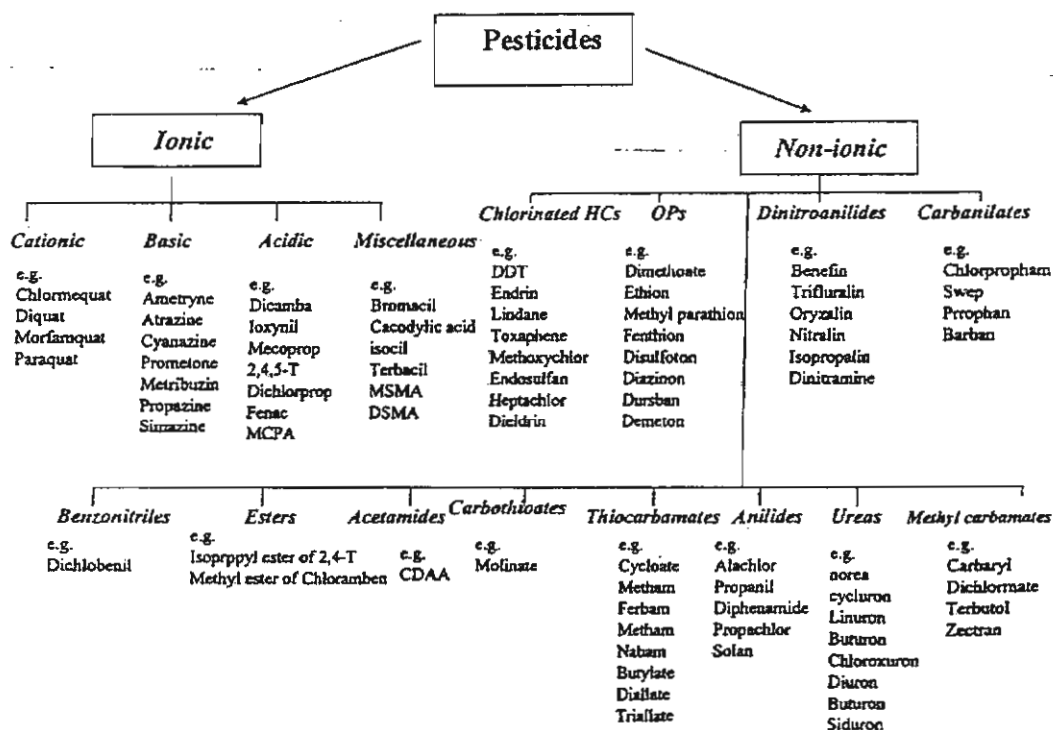
เมื่อพิจารณาถึงช่องว่างของงานวิจัยที่ผ่านมา อาจกล่าวได้ว่างานวิจัยทางด้านธาตุพิษยังมีอยู่น้อยมากในประเทศไทย และงานวิจัยส่วนใหญ่ก็มุ่งเน้นไปในเชิงตรวจสอบว่าพบหรือไม่พบการปนเปื้อนเท่านั้น แต่ยังไม่ได้มีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่แท้จริง และมิได้มีการวางแนวทางแก้ไขอย่างจริงจัง นอกจากนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ก็ยังขาดความต่อเนื่องในการศึกษา ทำให้ผลการติดตามตรวจสอบเกิดความไม่ต่อเนื่อง สำหรับในส่วนของการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตก็ยังมีการศึกษากันค่อนข้างน้อยมาก

3.2.2 สารพิษทางการเกษตร

จากการใช้สารพิษทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และมักจะหลีกเลี่ยงไม่ได้เมื่อสารเหล่านี้ตกลงสู่พื้นดิน นอกจากจะกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเป้าหมายแล้ว สารเหล่านี้หากคงสภาพอยู่ในดิน

โดยไม่เสื่อมสลาย ย่อมจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นกลุ่มนอกเป้าหมายในดิน ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยของสุนทรี และคณะ (2518) ไพรีธ (2525) และอูคมัตถ์กษณ์ (2531) เป็นต้น

ในปัจจุบันสารกำจัดศัตรูพืชมีใช้กันแพร่หลายซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มออกจากกันโดยอาศัยคุณสมบัติทางฟิสิกส์-เคมี (Physicochemical) ได้แก่ ขนาดของโมเลกุล ความสามารถในการรับไอออน การละลายน้ำ การละลายในไขมัน การมีขั้ว และการระเหย เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ย่อมจะมีผลต่อการควบคุมกิจกรรมทางชีวภาพในดินอีกด้วย ในการทำปฏิกริยาร่วมกันของดินกับสารกำจัดศัตรูพืช จะเกิดจากขบวนการดูดซับ (adsorption) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในดินความสามารถในการดูดซับนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและสารประกอบของดิน เช่น ขนาด รูปร่าง โครงสร้างโมเลกุล การละลายน้ำ กรด-เบส และการมีขั้ว เพื่อให้สามารถมองภาพรวมของปัญหาการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงสามารถจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช (Gevao et al., 2000) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช

เมื่อพิจารณาจากการจำแนกกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นทางกลุ่มของ Non-ionic Pesticide มากกว่ากลุ่มของ Ionic Pesticide โดยในกลุ่มของ Non-ionic Pesticide จะพบว่าวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารกำจัดศัตรูพืช จำพวก Chlorinated Hydrocarbons เช่น HCB alpha-BHC aldrin dieldrin endrin endosulfan heptachlor heptachlor-epoxide alpha-chlordane p,p'-DDE p,p'-DDD o,p'-DDT และ p,p'-DDT เป็นต้น จำนวน

มากที่สุด และรองลงมาได้แก่ กลุ่ม Organophosphate เช่น dicotophos, dimetoate, malathion และ methyl-parathion เป็นต้น ส่วนจำพวกอื่นๆ คือ Carbanilates Anilides และ Methyl Carbarmates พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีอยู่น้อย ส่วนในกลุ่มของ Ionic Pesticide พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีอยู่แค่เพียง 2 จำพวก ได้แก่ Cationic คือ Paraquat และ Basic คือ Ametryne Atrazine และ Cyanazine เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ยังคงขาดอยู่ทั้งกลุ่ม Non-ionic Pesticide และกลุ่ม Ionic Pesticide ได้แก่ Dinitroanilines Benzonitriles Ester Acetamides Carbothionates Ureas Acidic และ Miscellaneous

โดยภาพรวมของปัญหาสารพิษทางการเกษตรที่ตกค้างในดินและตะกอนดินของประเทศไทยนั้น โดยส่วนใหญ่สารพิษที่ตรวจพบอยู่ในดินและตะกอนดิน คือสารกำจัดแมลงและสารกำจัดวัชพืช ซึ่งมักจะอยู่ในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนมากกว่ากลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต เนื่องจากสารพิษกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนโดยส่วนใหญ่จะตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้นาน สลายตัวยาก และ มีครึ่งชีวิตที่ยาวนาน ปัจจุบันมีการประกาศห้ามใช้สารพิษในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนเกือบทุกชนิด อย่างไรก็ตามยังสามารถตรวจพบสารพิษกลุ่มนี้ได้ทั้งในดินและตะกอนดิน ในปริมาณที่มีระดับต่ำก็ตาม แต่สารพิษเหล่านี้ก็ยังสะสมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารในสิ่งมีชีวิตต่อไปได้นอกจากนี้กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ถึงแม้จะตรวจพบได้น้อยและสลายตัวง่ายกว่ากลุ่มออร์แกนโนคลอรีน แต่ความเป็นพิษของสารพิษกลุ่มนี้จะป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาจมากกว่ากลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ดังนั้นจึงควรตระหนักและเฝ้าระวังอันตรายที่อาจเกิดกับมนุษย์เช่นกัน

นอกจากนี้เมื่อสารพิษเหล่านี้ถูกชะล้างด้วยน้ำฝนหรือซึมผ่านสู่ระบบน้ำใต้ดิน และไหลรวมลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น ลำคลอง แม่น้ำ อย่างเก็บน้ำ และเขื่อน ก็มักจะสะสมอยู่ในแหล่งน้ำและตะกอนดิน ซึ่งได้มีการทำการศึกษาวิจัยและสำรวจอยู่ในงานวิจัยหลายๆ ชิ้นที่กล่าวมาข้างต้นเช่นกัน

ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืชก็มีแนวโน้มของการใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดการสะสมในดินและตะกอนดินเช่นกัน ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะกล่าวถึงสารที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ พาราควอต อะลาคลอร์ ไซยานาซีน และ อะทราซีน ซึ่งมักจะเกิดปัญหาจากการใช้สารเหล่านี้ นอกจากนี้ปัจจุบันพาราควอตยังสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้นิยมใช้เนื่องจากสารเหล่านี้มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด

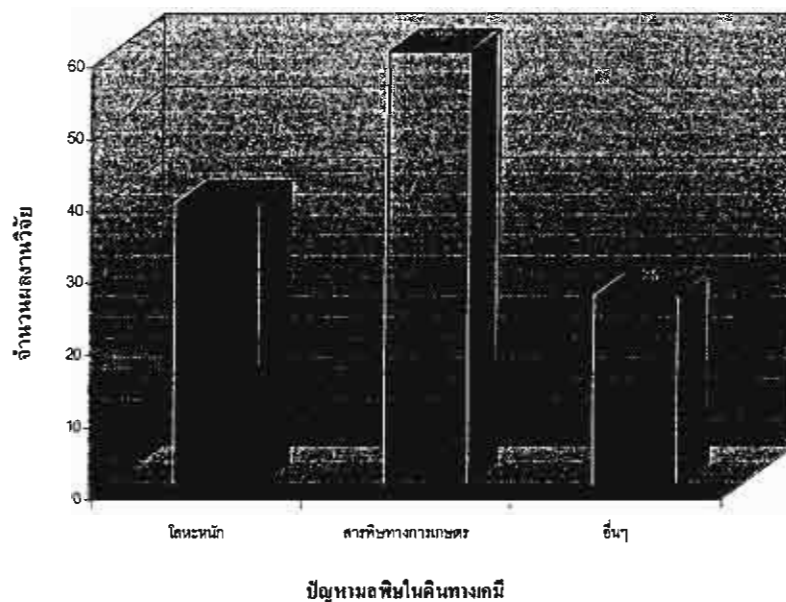
หากพิจารณาถึงช่องว่างของงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ซึ่งเป็นงานในเชิงสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อเฝ้าระวังปัญหามลพิษในดินจากสารพิษทางการเกษตรที่อาจเกิดขึ้น งานวิจัยไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศของประเทศไทย หากแต่เป็นการสุ่มตรวจวัดเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นมุมมองภาพรวมของปัญหาระดับประเทศก็ยังคงคลุมเครือไม่ชัดเจนนัก ปัจจุบันมีการผลิตสารพิษทางการเกษตรชนิดใหม่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเทคนิคการตรวจวัดสารพิษตกค้างในดิน สามารถครอบคลุมได้ทุกชนิดของสารพิษที่ผลิตขึ้นใหม่หรือไม่ จำเป็นต้องพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ให้สอดคล้อง ถูกต้อง แม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมา มักจะกล่าวถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในดินเท่านั้น ซึ่งควรจะมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในห่วงโซ่อาหาร จนกระทั่งถึงมนุษย์ (ผู้บริโภคสูงสุด)

นอกจากนี้ข้อมูลเกี่ยวกับการสลายตัวของสารพิษในดินยังมีน้อย และมักเป็นข้อมูลของต่างประเทศ ซึ่งสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น และปริมาณน้ำฝน แตกต่างกันไปจากของประเทศไทย ดังนั้นจึง

ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมข้อมูลการสลายตัวของสารพิษแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับสภาพชุดดิน และสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

3.2.3 อื่นๆ

งานวิจัยส่วนใหญ่ในหัวข้อนี้จะศึกษาการปนเปื้อนและการสะสมของมลสารต่างๆ ในดิน และตะกอนดิน อาทิเช่น ซัลเฟต ไนเตรต ฟอสเฟต อลูมิเนียม PAHs และ PCBs เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าม้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อดินและตะกอนดิน เช่น ผลของน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ผลจากการทำนาเกลือ การใช้ปุ๋ย การใช้ผงซักฟอก และการทำการเกษตร เป็นต้น ซึ่งมักพบว่า งานวิจัยต่างๆเหล่านี้จะกระจัดกระจายไม่เป็นระบบ ไม่สามารถครอบคลุมปัญหามลพิษทางดินของพื้นที่ทั่วทุกภาคในประเทศไทย เช่นเดียวกับหัวข้อ 3. 2.1 และ 3.2.2



รูปที่ 3 จำนวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหามลพิษในดินทางเคมี (โลหะหนัก, สารพิษทางการเกษตร, และอื่นๆ ตั้งแต่ พ.ศ. 2504 ถึง 2543)

จากรูปที่ 3 จะพบว่า จำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหามลพิษในดินทางเคมีตั้งแต่ พ.ศ. 2504 ถึง 2543 มีจำนวนเท่ากับ 125 ผลงานนั้น อาจเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้เวลาเพียง 3 เดือน ในการรวบรวมผลงานวิจัย ซึ่งไม่สามารถทำให้ได้งานวิจัยทุกชิ้นอย่างครบถ้วน แต่ก็สามารถทำให้เห็นแนวโน้มได้ว่า สารพิษทางการเกษตร จำนวนผลงานวิจัยสูงที่สุดถึง 60 ผลงาน ส่วนการวิจัยเกี่ยวกับโลหะหนัก มีจำนวนรองลงมา คือ 39 ผลงาน และงานวิจัยด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพิษจากสารเคมีมีจำนวน 26 ผลงาน

3.3 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางชีวภาพ

ภาพรวมของปัญหาการตกค้างของสารพิษในดินที่มีผลทางด้านชีวภาพในประเทศไทยนั้น พบว่างานวิจัยมีทั้งในส่วนที่เป็นการศึกษาผลกระทบของสารพิษที่มีต่อจุลินทรีย์ดินจากการใช้สารเคมีในการเกษตร และผลกระทบที่มีต่อจุลินทรีย์ดินจากการใช้ดินเป็นแหล่งทิ้งสารพิษรวมทั้งการนำเอากากตะกอนของเสียมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารพืช ทำให้ผลกระทบที่เกิดต่อจุลินทรีย์ดินนั้นเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในเชิงที่เป็นประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในการย่อยสลายสารพิษต่าง ๆ ซึ่งถ้ามีสารพิษต่าง ๆ ตกค้างในดินมากเกินไปจนขัดขวาง ย่อมมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างแน่นอน

ในส่วนของการว่างขององค์ความรู้นั้น จะเห็นได้ว่างานวิจัยทางด้านนี้ยังมีน้อยมากในประเทศไทย อีกทั้งยังไม่มีงานที่ชัดเจนเท่าที่ควรจะเป็น และงานวิจัยส่วนใหญ่ที่พบจะไม่เกี่ยวข้องกับปัญหามลพิษทางดินโดยตรง จะมีบางส่วนเท่านั้นที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลศึกษามลพิษของดินทางชีวภาพได้

นอกจากนี้ในดิน ยังอาจประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่, ขนาดกลาง เป็นต้น ซึ่งควรจะได้รับ ความสนใจในการศึกษาให้มากขึ้น เพราะสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยังสามารถเป็นดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญเกี่ยวกับระบบนิเวศนั้นๆ ได้ด้วย

4. วิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

4.1 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางกายภาพ

จากช่องว่างงานวิจัยทางด้านดินเค็มที่กล่าวมาแล้ว ทิศทางของงานวิจัยในอนาคตควรจะเน้นไปในการหาวิธีใหม่ที่ดีกว่าและเร็วกว่าเดิมในการแก้ไขปัญหาดินเค็ม แต่ก็ควรระวังอย่าให้วิธีที่คิดค้นได้เป็นผลเสียต่อสภาพแวดล้อมจนเป็นปัญหาที่ไม่มีที่สิ้นสุด รวมทั้งควรส่งเสริมงานวิจัยในทางป้องกันการเกิดและการแพร่กระจายดินเค็มควบคู่ไปกับการหาวิธีการใหม่ในการแก้ไขปัญหาดินเค็มตามที่กล่าวไว้ข้างต้นอีกด้วย จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาดินเค็มได้อย่างดี และงานวิจัยทางด้านดินเปรี้ยวก็เช่นเดียวกัน ควรทำไปในทิศทางทำนองเดียวกันกับงานวิจัยทางด้านดินเค็ม คือการคิดค้นหาวิธีการใหม่ควบคู่ไปกับการป้องกันการเกิดและการแพร่กระจาย แต่อาจไม่จำเป็นต้องเน้นมากเท่ากับปัญหาดินเค็ม เพราะปัญหาดินเปรี้ยวที่เป็นอยู่ในปัจจุบันได้รับการแก้ไขอย่างได้ผล ทำให้ปัญหาดินเปรี้ยวที่มีอยู่ไม่รุนแรงและมากเท่ากับปัญหาดินเค็ม ส่วนทางด้านมลพิษในดินจากการทำเหมืองแร่ นั้นหากพิจารณาจากช่องว่างงานวิจัยแล้วก็ควรจะสนับสนุนให้ทำงานวิจัยทางด้านนี้ให้มากขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลพื้นฐานอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวทางการควบคุมแก้ไขต่อไป ในส่วนสุดท้ายนี้ ช่องว่างงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ควรจะส่งเสริมงานวิจัยด้านการจัดชั้นความเหมาะสมเพื่อเป็นการควบคุมปัญหา และเป็นทางเลือกให้เกิดการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนต่อไป รวมทั้งควรที่จะเน้นให้เกิดการทำงานวิจัยในแบบที่มีความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ในสภาพจริง และเป็นงานวิจัยที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติตามงานวิจัยนั้นได้

4.2 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางเคมี

4.2.1 ธาตุพิษหรือโลหะหนัก

โลหะหนักเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศได้ยาวนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเกิดปนเปื้อน และสะสมในดิน อันตรายจากสารพิษจะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น ถ้าหากพบในพื้นที่ซึ่งเพื่อการเกษตร ทั้งนี้เพราะพืชหลายชนิดอาจดูดซึมเข้าสู่ราก ลำต้น ใบ หรือผลผลิต จึงทำให้ผู้บริโภครับเอาสารพิษเข้าสู่ร่างกายได้โดยง่าย

จากช่องว่างของงานวิจัยทางด้านธาตุพิษหรือโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน และตะกอนดินดังที่กล่าวมาข้างต้น ทิศทางงานวิจัยในอนาคตควรจะได้รับความร่วมมือจากทุกหน่วยงานในการสร้างงานวิจัยทางด้านธาตุพิษให้มากขึ้น และมีความต่อเนื่องในการศึกษา พร้อมทั้งควรมีการวางแผนทางในการจัดการแก้ไขอย่างจริงจัง และสามารถติดตามตรวจสอบได้ ซึ่งการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นประจำ จะช่วยให้ทราบสถานการณ์และป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ในอนาคตยังควรเน้นการศึกษาไปในเชิงผลกระทบที่เกิดจาก

ธาตุพิษที่ ปนเปื้อนจากดินผู้ตั้งมีชีวิตเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้น และระยะยาว ควรนำโปรแกรมการสร้างโมเดล ทำนายการเปลี่ยนแปลงต่างๆของธาตุพิษหรือโลหะหนักมาใช้ให้มากขึ้น

นอกจากนี้ประเทศไทยควรจะได้มีมาตรการทางกฎหมาย เพื่อรักษาคุณภาพของดินโดยเฉพาะ นอกจากการใช้กฎหมายกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม หรือประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่องกำหนดวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้าย และการขนส่งปฏิภูล หรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว

อีกทั้งความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องของค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ควรมีในดินอย่างปลอดภัย ตลอดจน การควบคุม การจัดการเพื่อลดความเป็นพิษของโลหะหนักลงไม่ว่าจะด้วยวิธีการใด ๆ องค์ความรู้เหล่านี้จะต้องมีการศึกษาเพื่อเตรียมพร้อมในด้านข้อมูลต่อไป

4.2.2 สารพิษทางการเกษตร

จากช่องว่างของงานวิจัยสารพิษทางการเกษตรที่ตกค้างในดิน และตะกอนดินที่กล่าวมาข้างต้น ทิศทางของงานวิจัยในอนาคตควรจะสอดคล้องกับช่องว่างของงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งงานวิจัยควรครอบคลุมพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยอาศัยความร่วมมือจากมหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และภาคเอกชนซึ่งงานวิจัยควรจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีแผนงานการสำรวจ และตรวจวิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นระบบเดียวกันสามารถประเมินปัญหาสารพิษทางการเกษตรที่ตกค้างในดิน และตะกอนดินของประเทศไทยได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการแบบยั่งยืนต่อไป

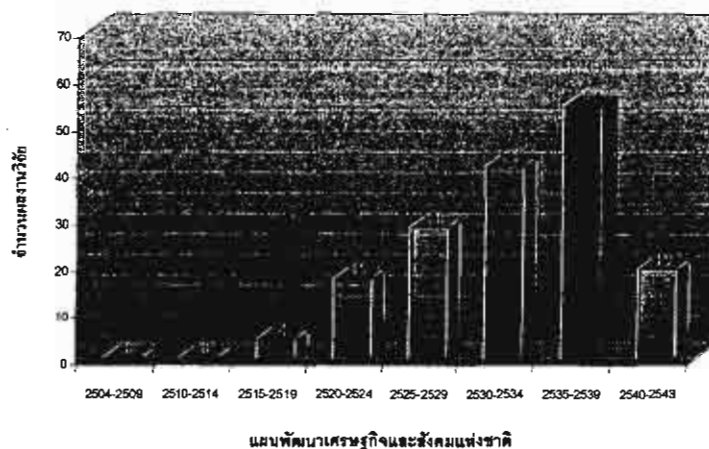
นอกจากนี้งานวิจัยในอนาคตจำเป็นต้องหาเทคนิค และวิธีการที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิดใหม่ที่มีการผลิตออกมาในตลาด เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากสารพิษตกค้างที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์

4.2.3 อื่นๆ

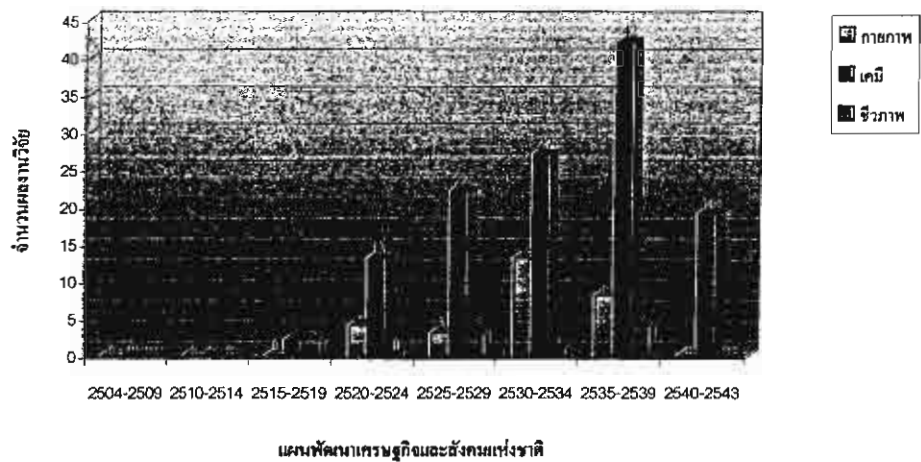
จากช่องว่างของงานวิจัยในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องทางเคมี ทิศทางของงานวิจัยในอนาคตควรครอบคลุมพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยอาศัยความร่วมมือจากนักวิจัยของมหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และภาคเอกชนซึ่งงานวิจัยควรจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตลอดจนควรทำการวิจัยในเรื่องเดียวกันอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนค้นหาวิธีการในการวิเคราะห์ ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และมีแผนงานการสำรวจ และตรวจวิเคราะห์ร่วมกัน

4.3 ปัญหามลพิษในดินที่เกี่ยวข้องทางชีวภาพ

จากช่องว่างของงานวิจัยดังกล่าว ทิศทางของงานวิจัยในอนาคตควรจะเน้นการผลิตนักวิชาการที่มีความรู้ ความชำนาญในการศึกษาทางด้านชีวภาพทางดินโดยตรงให้มากกว่าเดิม และหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนควรให้การสนับสนุนงานวิจัยทางด้านนี้ให้มากขึ้น พร้อมกับการสนับสนุนทางด้านเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมและทันสมัยในการตรวจวิเคราะห์ อีกทั้งควรที่จะเน้นให้มีการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงในเรื่องของมลพิษในดินทางชีวภาพอีกด้วย ซึ่งจะทำได้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อวางแผนแนวทางในการจัดการที่เหมาะสมต่อไป และสุดท้ายก็คือควรที่จะเน้นให้เกิดการทำงานวิจัยในแบบที่มีความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ในสภาพจริง และเป็นงานวิจัยที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติตามงานวิจัยนั้นได้



รูปที่ 4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษในดินช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543



รูปที่ 5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษในดินด้านต่างๆ ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-7 และ ช่วงปี พ.ศ. 2540-2543

จากรูปที่ 4 และ 5 จะเห็นว่า ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษในดินด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพนั้น เริ่มตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2515-2519 (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3) เป็นต้นไป จนกระทั่งถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2543 (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากขึ้น โดยเฉพาะผลงานวิจัยมลพิษในดินทางด้านเคมีจะมีงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นอย่างเด่นชัด ส่วนมลพิษในดินทางด้านกายภาพนั้นก็เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามยังน้อยกว่าผลงานวิจัยมลพิษในดินทางด้านเคมี แต่สำหรับเฉพาะผลงานวิจัยมลพิษในดินทางด้านชีวภาพยังมีค่อนข้างน้อย จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการพัฒนางานวิจัยด้านนี้เพิ่มมากขึ้น ส่วนงานวิจัยทางด้านกายภาพและเคมีก็จำเป็นต้องดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการติดตาม ป้องกัน และแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

5. บทสรุป

เมื่อพิจารณาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมลพิษทางดินเปรียบเทียบกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ฉบับที่ 1 ถึง 7 โดยภาพรวมจะเห็นว่า งานวิจัยด้านการจัดการมลพิษทางดินของประเทศไทยได้เริ่มต้นในช่วงแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ 3 (2515-2519) และมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับจนถึงช่วงแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ 7 (2535-2539) และคาดว่าในแผนพัฒนา ฯ ฉบับที่ 8 (2540-2544) น่าจะสูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักวิจัยของประเทศไทยให้ความสนใจในการจัดการมลพิษทางดิน ตลอดจนสร้างเสริมความรู้ในสาขานี้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งนับว่าเป็นการคืบคลานอย่างช้าๆ เนื่องจากทรัพยากรดินนั้นมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิตทุกชนิด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปัญหามลพิษในดินด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ จะเห็นว่า ประเทศไทยยังขาดงานวิจัยการจัดการมลพิษในดินด้านกายภาพอย่างต่อเนื่อง ตรงข้ามกับงานวิจัยการจัดการมลพิษในดินด้านเคมีซึ่งมีงานวิจัยอย่างต่อเนื่องทุกช่วงของแผนพัฒนา ฯ ส่วนงานวิจัยการจัดการมลพิษในดินด้านชีวภาพนั้นประเทศไทยยังให้ความสนใจน้อยมาก เมื่อเทียบกับงานวิจัยงานวิจัยการจัดการมลพิษในดินด้านกายภาพ และงานวิจัยการจัดการมลพิษในดินด้านเคมี

อย่างไรก็ตามการจัดการแก้ปัญหาสารพิษปนเปื้อนในดินนั้น ต้องอาศัยความรู้พิเศษ และความเข้าใจอย่างลึกซึ้งทั้งทางด้านชีววิทยา, เคมี, การเกษตร, ปฐพีวิทยา เป็นต้น ที่เกี่ยวข้องกับมลสารในระบบนิเวศนั้นๆ รวมทั้งขีดความสามารถในการตรวจวัดประเมินระดับของสารพิษที่มีอยู่ในระบบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ปัจจุบันมลพิษของดินถูกจัดให้เป็นปัญหาระดับโลก เพราะเมื่อเกิดแล้วจะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้าง และใช้เวลานานกว่าจะลดความรุนแรงลง ปัจจุบันทั้งป่าไม้ ป่าชายเลน แหล่งน้ำต่างๆ ตลอดจนดินนา-ดินไร่ และดินน้ำขัง ต่างก็ได้รับผลกระทบจากมลพิษที่ปนเปื้อนในดิน น้ำ และอากาศ เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ด้วยเหตุนี้การลดมลพิษในดินลงให้น้อยที่สุด จะเป็นหนทางหนึ่งที่จะนำไปสู่การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนเช่นกัน

ปัจจุบันปัญหามลพิษในดินของประเทศไทย สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นยังไม่รุนแรงเกินขีดจำกัด จนมีอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ประชาชน สิ่งมีชีวิต พืช และอื่น ๆ นอกจากบางพื้นที่ของประเทศที่อยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ดังนั้นในดินที่มีปัญหาเหล่านี้ควรหาวิธีแก้ไขดินให้มีคุณภาพดีขึ้นจนใช้ประโยชน์ได้ต่อไป และในส่วนของดินที่มีคุณภาพคืออยู่แล้วนั้นการป้องกันเป็นหนทางที่ดีในปัจจุบันนี้ เช่น การใช้มาตรการทางกฎหมายเพื่อรักษาคุณภาพของดินโดยเฉพาะ การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง และประชาชนจำเป็นต้องตระหนักทุกครั้งที่มีการเคาะสารปนเปื้อนลงไปในดิน

รายชื่อผู้ช่วยนักวิจัย นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คือ

1. นายวัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์
2. นางสาวเพชรดา บัวสมบุญ
3. นาย พลธร เวฬุพันธ์

บรรณานุกรม

- กนกพร อธิสุข กอบทอง ชูปหอม บุญไพ สังวรานนท์ ยุวดี เลิศเรืองเดช และอมรา วงศ์พุทธพิทักษ์. (2529). สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกุ้ง น้ำและดินตะกอนบริเวณวังกุ้ง จังหวัดสมุทรปราการ. วารสารประมง, 39, 203-209.
- กนกวรรณ พิเชษฐอาภา. (2541). ชนิดและปริมาณของสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนที่ตกค้างในน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรกช วิษณุพิทยากษ์. (2534). การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2542). สารเคมีปนเปื้อนดินบริเวณท่าอากาศยานหัวหิน(สนามบินน้อยฝ้าย). รายงานประจำปี 2542.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2538). โครงการศึกษาสำรวจสภาพการแพร่กระจายของสารตะกั่วรอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณีบนบก กองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี.
- กรองแก้ว จุจันทร์. (2532). การดูดซับและการปลดปล่อยแคดเมียม นิกเกิลและสังกะสีของดินชั้นบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤติยาพร หัพพะทัต. (2537). ปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ และดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัญญา จำรัสกุล ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง พงศ์ศรี ไบอคุลย์ และพูลสุข หฤทัยชนาสน์. (2536). วิจัยชนิดและปริมาณวัตถุพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณถุมน้ำแม่กลองและคลองแยก. วารสารวัตถุพิษ. ปีที่ 26 (เม.ย.-มิ.ย. 2536): 43-56.
- กัลยา สุนทรวงศ์สกุล. (2537). อิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดินและความเสี่ยงต่อเชื้อราโมแนลลาเนื่องจากการนำกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กุศล เอี่ยมทรัพย์ (2535). การให้สาร Paclobutrazol กับมะม่วงโดยวิธีการต่างๆและปริมาณการตกค้างของสารในใบและดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), สาขาวิชาพืชสวน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- เกศินี สรรวานิช. (2533). ปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ ดินตะกอน และหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกษสุตา เคชภินถ พงศ์ศิริ พชรปรีชา และ วาดะ ฮิเดะโรนิ. (2536). การใช้โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ในการแก้ไขดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนที่ 1 : การทดลองในห้องปฏิบัติการ. วารสารวิชาการเกษตร, 11 (3), 120 – 126.
- กึ่งนิจ สุทธิชาติ. 2539. ผลกระทบของไฟฟ้าต่อดินและพืช ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์). สาขาวิชารวนวัฒนวิทยา, ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2535). ปฐพีวิทยา. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จงรักษ์ จันทรเจริญสุข สุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา ชัยฤทธิ์ สุวรรณรัตน์ และนิรชรา พิเนตรเสถียร. (2542). อิทธิพลของน้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษต่อ pH ของดิน ผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวในดินเปรี้ยวจัดชุดรังสิต. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 21 เล่มที่ 2 (เม.ย.- มิ.ย. 2542): 62-70.
- จรรยา หงขจร และประทีป กระแสสินธุ์ (2526). อิทธิพลของสารกำจัดวัชพืชไกร ไฟสพต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในดิน. รายงานค้นคว้าวิจัย ปี 2526. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จรรยา หงขจร และประทีป กระแสสินธุ์ (2526). อิทธิพลของสารเคมีกำจัดวัชพืชพาราควอตต่อการเปลี่ยนแปลงรูปไนโตรเจนในดิน. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2526. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จรัสรัตน์ สาตราวหะ. (2540). การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนไคลอรินในน้ำเสียชุมชนโดยการปลูกพืชในสภาพของดินสลับน้ำจืดและน้ำเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จรัญ สารินทร์. (2537). การกระจายของอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนบริเวณอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรัญ สุขเกษม. (2522). การวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุมีพิษที่ตกค้างในดินและผัก บริเวณโครงการ ชลประทานหนองหวาย อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรพงษ์ เจริญศิริ และคณะ. (2539). ผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยหินฟอสเฟตบนที่มีคุณสมบัติทางเคมีของดินเปรี้ยวหลังจากใส่ต่อเนื่องกัน 3 ปี. วารสารดินและปุ๋ย, 8 (4), 259 – 270.
- จันทนา จันทรภักดี. (2535). การปนเปื้อนของสารตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- จิรศักดิ์ แก้วม่วง. (2525). ผลกระทบของผงซักฟอกบางชนิดที่มีต่อ pH N P K ในดิน และผลต่อการเจริญเติบโตของชมภู่มะเหมี่ยว ความเรียง และผักคะน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุมพล วิเชียรศิลป์. (2535). การวิเคราะห์สมบัติและศักยภาพของดินเค็มในแอ่งโคราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุไร ทองมาก นิตยา ตันมณี และอรทัย สุกฤษฎ์. (2542). การศึกษาปริมาณธาตุเคมีในดินและพืชซึ่งปลูกในดินที่มีมัลลัสปนเปื้อน. รายงานผลการวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน.
- ฉันทนา จิพโกกหาญ. (2536). การปนเปื้อนของไนเตรดและฟอสเฟตในดินน้ำ และตะกอนบริเวณสนามกอล์ฟติดกับอ่างเก็บน้ำหนองกลางคง จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สถานะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชอุ่ม เปรมชัย. (2526). ศึกษาสภาพการสลายตัวของสารเคมีกำจัดวัชพืชประเภทอะมีนไนโร-นา. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2526. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชัยทัศน์ ไพรินทร์. (2526). ดินเค็ม : ดินที่มีปัญหาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารแก่นเกษตร, 11 (4), 141 – 142.
- ดนัย ไตรย์เทน. (2521). ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ข่าวสารชลประทานยุคปฏิรูปงาน, 4 (13), 18 – 20.
- ดาวรุ่ง ตั้งขันธ์. (2538). วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดและธาตุอาหารหลัก ในปุยหมัก ปุยคอก และดินผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สถานะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตุลวิทย์ สถาปนจารุ. (2539). การประเมินเบื้องต้นของธาตุอ้างอิงในลุ่มน้ำแม่กลอง สำหรับตะกอนที่วิเคราะห์โดยวิธีย่อยสลายหมด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สถานะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ อำไพ อธิธิเกษม และ รวิวรรณ วัชรพงศ์กุล. (2521). การเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่วปรอท และแคดเมียมในน้ำและดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสถานะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพล อุ่นจิตต์วรรณะ วิภา ตั้งนิพนธ์ บังเอิญ สี่มา คำพล ละม่อมอารีย์กุล และไพบุลย์ บุญชัย. (2526). ความคงสภาพของ DIELDRIN ในสภาพดินและภูมิอากาศต่างๆ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2526. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นภวัศ บัวสรวง. (2537). การปนเปื้อนของตะกั่วในพืชบางชนิดจากเขตอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ. วารสารวิจัยสถานะแวดล้อม, 16 (1), 1 – 22.
- นวลฉวี ไชยวัศ นวลศรี กาญจนกุล และวินัย สมบูรณ์. (2520) ตะกั่วในดินในกรุงเทพมหานคร. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสถานะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นวลศรี ทยาพัชร ประภัสรา พิมพ์พันธุ์ และกันยา คำนประเสริฐ. (2534). ศึกษาการสลายตัวของสารพิษออร์แกนโนคลอรีนและออร์แกนโนฟอสเฟตในดินโดยใช้ไมโครเบียลเทคนิค. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นวลศรี ทยาพัชร พงษ์ศรี ใบอคุลย์ กิ่งแก้ว ค้อยปาน และประยูร ดีมา. (2523). สารพิษตกค้างในน้ำ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2523. กองกัญและสัตววิทยา กองควบคุมและวัตถุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- นวลศรี ทยาพัชร พงษ์ศรี ใบอคุลย์ และ กิ่งแก้ว ค้อยปาน. (2525). สารมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม. ข่าวสาร วัฒนภูมิพิษ, 9 (3), 46 - 47.
- นวลศรี ทยาพัชร สุวิมล เลิศวีระกุลศิริ และภิญญา จำรัสกุล. (2531). ศึกษาวิจัยปริมาณตกค้างของพาราควอตในดิน และความสามารถของดินในการดูดซับ. ข่าวสารวัฒนภูมิพิษ, ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2531): 3 - 16.
- นัทธีรา ปรีชาหาญ. (2532). การสะสมของโลหะหนักบางชนิดในใบผักกะถัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตยา รัชกิจประการ. (2525). การศึกษาผลตกค้างของสารฆ่าแมลงบางชนิดในดินในไร่ฝ้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิตยาพร ดันมณี และจุไร ทองมาก. (2542). การปนเปื้อนของธาตุแคดเมียมในดินในพื้นที่บางแห่งของประเทศไทย. รายงานผลการวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน.
- นิมิต บำรุงจิตต์. (2528). การกำจัดโคลิฟอร์มในอุจจาระ และธาตุอาหารพืชจากน้ำโสโครกจากบ้านพักอาศัยโดยใช้โคลัมน์ของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บังเอิญ ดีมา และสุวิมล เลิศวีระศิริกุล. (2534). วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำและดิน. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- บัณฑิต อนุรักษย์. (2531). การศึกษาการกระจายตัวของคาร์บอนฟูลเร้นและละลายช้าในนาข้าวดินรังสิต โดยเทคนิคไมโครเบียล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บางคอง เวช. (2538). การหาปริมาณพอลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอนและฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในดินในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญวงศ์ ไทยอุดต่าห์ และชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์. (2533). ผลกระทบของการทำเหมืองแร่ดีบุกต่อสมบัติของดิน. วารสารวนศาสตร์ 9: 73-82.
- บุญยัญติ สุขศรีงาม. (2531). บทบาทของจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนแปลงวัตถุมีพิษในดิน. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มอ. ปัตตานี), ปีที่ 3 ฉบับที่ 3, 193-199.
- บุษราภรณ์ สุติ และ พัทธี แสนจันทร์. (2534). การสลายตัวของยาปราบศัตรูพืชผลกระทบของยาต่อสิ่งแวดล้อม. แก่นเกษตร, ปีที่ 19 ฉบับที่ 3, 120-128.

- ประทีป กระแสสินธุ์ จรรยา มณีโชติ และ Todao Yamada (2529). ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีน ในดิน
ชุดปากช่อง. วารสารวิชาการเกษตร, 4, 121-127.
- ประทีป กระแสสินธุ์ และจรรยา หงขจร (2526). ประสิทธิภาพและการตกค้างของสารเคมีกำจัดวัชพืช
simazine ในสวนกาแฟ. วารสารวิชาการเกษตร. ปีที่ 1 เล่มที่ 2 (พ.ศ.-ศ.ศ. 2526), 85-87.
- ประพิศ แสงทอง นิลประไพ จันทนภาพ จักรพงษ์ เจริญศรี และวิศิษฐ์ โชติสกุล. (2524) ผลตกค้างของปุ๋ยเคมีที่มีต่อ
คุณสมบัติทางเคมีของดินนา. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2519. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
และ สหกรณ์.
- ประไพ ชัยโรจน์ วิศิษฐ์ โชติสกุล สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ และสุปราณี อัมพิกัณฑ์. (2533). สารหนูในดินและน้ำ.
วารสารดินและปุ๋ย, 12(2), 112 – 117.
- ประวิทย์ ไชยวัฒน์ และพิภพ ปราบณรงค์. (2537). การสะสมตัวและการเคลื่อนที่ของไอออนจากน้ำทะเลที่ใช้
เลี้ยงกุ้งในนาตดดิน ที่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและทรัพยากรดินในอำเภอรอนไค จังหวัด
สงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2537): 87-88.
- ประสพ วีระกรพานิช นิ้งประไพ จันทนภาพ และสมพิศ ไม้เรียง. (2531). คุณสมบัติของ Metal-Humus
Complexes ในดินชั้น A ของไทยและเกาหลี โดยการสกัดด้วยไฮโฟสเฟต. วารสารดินและปุ๋ย, 10
(3), 201 – 211.
- ปรักมาศ สุวรรณสิงห์. (2525). ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่. วิศวกรรมสาร, 35 (1), 67 – 74.
- ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ. (2542). มลพิษทางดิน(Soil Pollutions). วารสารโรงงาน ปีที่17 ฉบับที่ 2 (กุมภาพันธ์-
พฤษภาคม 2542): 29-39.
- ปรีดา พากเพียร สุวพันธ์ รัตนะรัต ตำนาน เพชรฉวี โชติ ศิริบุษย์ และวิศิษฐ์ โชติสกุล. (2529). การประเมินขั้นตอน
ของการกระจายและรูปของเหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, และทองแดงในดินชุดโคราช. วารสารดินและ
ปุ๋ย 1: 21-32.
- ปฤษฎา นนทพันธุ์. (2542). การศึกษาปริมาณตะกั่วในดินและน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ ของจังหวัดนครศรีธรรมราชและ
สุราษฎร์ธานี.
- เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวด และพิชาน สว่างวงศ์. (2521). ปัญหาโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย.
รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวด และพิชาน สว่างวงศ์. (2521). การแพร่กระจายของโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง.
รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวด และกัลยา วัฒนาร. (2520). การสำรวจระดับของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมทั่วไปของหมู่บ้านซึ่ง
นำกากหม้อเบตเตอรีในถมที่ดิน. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัย
สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุดติ ปริยานนท์ และ กิ่งแก้ว วัฒนเสถริมกิจ. (2528). การวิเคราะห์หาปริมาณของแมงกานีส สังกะสีในดิน และ
 กากของเสียของโรงงานถลุงไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยสถานะแวดล้อม, 7(7), 1 – 21.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ประภัสรา เพชรบุรณิน นวลศรี ทยาพัชร และประยูร คีมา. (2523). การพินดักค้างในดิน. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2523. กองกัญและสัตววิทยา กองควบคุมและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการ
 เกษตร.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา พูลสุข หฤทัยธนาสันต์ และพงษ์พันธุ์ จิ๋นอยู่สุข. (2537ก). ศึกษาการปน
 เมีอนของวัตถุมีพิษในดินบริเวณที่สุกภายได้โครงการลดการใช้สารเคมี. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี
 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์. (2537ข). ระดับความเป็นพิษและความคง
 ทนของไคยรอนในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของฝ้าย. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี
 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์. (2537ค). ความคงทนและระดับของเมธามิ
 โดฟอสในดินที่มีความเป็นพิษต่อคนน้ำ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2537. กรมวิชาการเกษตร
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ภิญญา จำรัสกุล และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์. (2541). ผลกระทบของอะมีทรินในดินและน้ำที่มี
 ต่อการเจริญเติบโตของข้าว. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย. 2541): 92-101.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ ภิญญา จำรัสกุล และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์. (2541). ผลกระทบของอะมีทรินในดินและน้ำที่มี
 ต่อการเจริญเติบโตของข้าว (ครั้งที่2). ข่าวสารวัตถุมีพิษ. ปีที่ 25 ฉบับที่ 4 (ต.ค.-ธ.ค. 2541).
- พงศ์ศรี ใบอวลย์ วันเพ็ญ อิงเจริญ ลาวัณย์ เพ็งบุญ นวลศรี ทยาพัชร และประยูร คีมา. (2519). การศึกษาวิจัยวัตถุมี
 พิษตกค้างในดินเกษตรกรรม. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2519. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
 และ สหกรณ์.
- พงศ์ศรี ใบอวลย์. (2533). ผลกระทบและความคงทนของ Bromacil ในดินต่อพืชปลูกใหม่. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. ปีที่
 17 ฉบับที่ 4 (ต.ค.-ธ.ค. 2541): 153-165.
- พจน์ย์ มอญเจริญ เทอดศักดิ์ สุภสารัมย์ ไพบุลย์ ประพุดิธรรม ชูศรี ยสินธร ทิพวรรณ อินทโสติ และชูจิตต์
 สวงนทรพยากร. (2533). การศึกษาอิทธิพลของหินปูนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและผลการเจริญ
 เติบโตของข้าวในดินภาคใต้ของประเทศไทยบางชุด. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่
 ดิน.
- พนิดา ไชยยันต์บุรณ์ รัชนิ สุภาพ วิสุทธิ เสงศรี และวิชัย หิรัญบุปกรณ. (2540). การสลายตัวของไฮโอเบนคาร์บ
 ในนาข้าว. การประชุมวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 2 (8-10 กรกฎาคม 2542). กองวัตถุมี
 พิษการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พนิดา ไชยยันต์บุรณ์. (2540). การคงสภาพของสารป้องกันกำจัดวัชพืชไฮโอเบนคาร์บในนาข้าว. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับ
 บัณฑิตศึกษา มห. วิทย. เกษตรศาสตร์.

- พรพิมล เจริญส่ง. (2538). การปนเปื้อนของคาร์บอนิลและคลอโรไฟริฟอสในดิน น้ำและตะกอน บริเวณสนาม
กอล์ฟแหลมฉบังอินเตอร์เนชันแนล คันทรีคลับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขา
วิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรา เพ็ชรพูน. (2532) ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในอ่าวระยอง. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, 11(2), 27.
- พัชรารัตน์ สุวรรณธาดา. (2528) ผลของภาคตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียต่อการเติบโตและการสะสมของโลหะ
หนักบางชนิดของผักคะน้า. บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรีย์ แสงจันทร์. (2533). การแพร่กระจายดินเค็ม ผลกระทบจากการชลประทาน. วารสารแก่นเกษตร, 18 (1),
1 – 5.
- พิชัย สุริยะสุขประเสริฐ. (2542). ลักษณะทางจุลฐานฐานวิทยา และความสัมพันธ์ของการดูดซับฟอสเฟตกับสมบัติ
บางประการของดินในบริเวณเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาปฐพีวิทยา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชิต พงษ์สกุล และ สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์. (2542). การประเมินความปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักในดิน. วาร
สารดินและปุ๋ย, 21(2), 71 – 82.
- พิภพ ปราบณรงค์ และประวิทย์ โค้วฉนะ. (2537). ผลกระทบของการทำนาทุ่งที่มีต่อสมบัติทางเคมีบางประการ
ของทรัพยากรดินในอำเภอรโนค จังหวัดสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ ปีที่ 16 ฉบับที่ 4 (ค.ค.-
ธ.ค. 2537): 425-436.
- พิมล เรียงวัฒนา และ มณีวรรณ เจริญวโน. (2520). การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในดินของเขตอำเภอเมือง
เชียงใหม่. รายงานการสัมมนาทางวิชาการ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสมัย รัมมะวาส. (2532). การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ระดับ 50 เซนติเมตร หลังผ่านน้ำเสียชุมชนในแนว
ราบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พลสุข หดทัยธนาสันต์ ไสริยา พันธุ์วิริยะพงษ์ และพิบูลย์ บุตรศรี.(2534). การสะสมของสารกำจัดแมลงอินทรีย์
รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เพิ่มพูน กิริติกสิกร. (2542). กลไกและลักษณะการดูดซับโบรอนในดิน. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 21 เล่มที่ 4 (ค.ค.-
ธ.ค. 2542): 173-183.
- ไพฑูรย์ คติธรรม และ อธิพิณ กลิ่นศรีสุข. (2533). ผลกระทบจากการทำไร่เลื่อนลอยบนดินชุดคอปป์ บริเวณ
พื้นที่โครงการพัฒนาที่สูงคอปป์แป๊ะ จังหวัดตาก และเชียงใหม่. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี กรม
พัฒนาที่ดิน.
- ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์ บุญส่ง หุตังคบดี และนิยม รัตนพงษ์. (2536). สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชฝ่ายวัดภูมิ
พืช กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ:72.
- ไพรัช สายเชื้อ. (2525). ผลของคิตีที่ ต่อประชากรและชนิดของสัตว์ในดินนาข้าว. วารสารสภาวะแวดล้อม, ปีที่ 4,
1 – 25.

- ภิญญา จำรัสกุล บังเอิญ สีมา และสุวิมล เลิศวีระศิริกุล. (2539). วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษกลุ่มออร์แกนโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมทในน้ำและดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนและคลองแยก. ข่าวสารวัดภูมิพิษ. ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย. 2539), 101-111.
- ภิญญา จำรัสกุล และ นวลศรี ทยาพัชร. (2535). วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในดิน น้ำ ตะกอน บริเวณแหล่งปลูกผักกอกน่าย. ข่าวสารวัดภูมิพิษ, 21 (3), 105 – 116.
- ภูริภัท ร่องพิพัฒนานนท์. (2539). การศึกษาสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนที่ตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำห้วยลิ้นถิ่น สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มณีรัตน์ อธิราชบุรีไพศาล. (2542). การศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนในดินและพืชจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยวิธีพืชกรอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนูดี หังสพพฤกษ์, วิไลวรรณ ธรรมตระกูล และศิริชัย ธรรมวานิช. (2530). ธรณีเคมีของตะกอนในแม่น้ำบางปะกง. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เล่มที่ 12-2: 126-129.
- มาลี ลิขิตชัยกุล. (2542). การศึกษาปริมาณสารหนูในน้ำ ดินตะกอน และดิน จังหวัดเพชรบุรี. บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาลี เลาสุทแสน. (2528). สารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาล่อง. บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชณี สุวภาพ วิสุทธิ เสงศรี พนิดา ไชยจันทร์บุรณ์ และไศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์. (2536). การสลายตัวของคาร์โบฟูแรนที่ใช้กับข้าวซึ่งปลูกในดินชนิดต่างๆ. ข่าวสารวัดภูมิพิษ. ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2536): 15-23.
- รัชณี สุวภาพ วิสุทธิ เสงศรี วิชัย กษิณ ชำละละสิงห์ และหิรัญยุปกรณ์. (2537). ศึกษาการสลายตัวของไอโซไซโฟสในนาข้าว จังหวัดปทุมธานี. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- รุ่งทิพย์ นามะวรรณ. (2536). การปนเปื้อนของคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำและตะกอน บริเวณสนามกอล์ฟติดอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธมัย ชูเกียรติวัฒนา. (2540). ผลกระทบของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและการย่อยสลายของโมโนโครโทฟอสโคยใช้นิวเคลียร์เทคนิค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักขณา เมียนกานิต. (2538). การสะสมของโครเมียม ทองแดง และตะกั่ว ในตะกอนที่ทราบอายุจากบางบริเวณของอำเภอยะยง นอกชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ถัดดาวรรณ เพียรเพิ่มภัทร. (2528). อิทธิพลของความเป็นกรด อะลูมินัม เหล็ก และแมงกานีส ต่อความเข้มข้นของ สารพิษบางชนิดในดิน และต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีบางประการของ ข้าว กข. 23 ในดินเปรี้ยวจัด. บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เล็ก มอญเจริญ และ สุพันธ์ ฤณาภรณ์. (2532). การวิเคราะห์ปัญหาหลักทางกายภาพของพื้นที่นาใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. วารสารภูมิศาสตร์, 14 (2), 105 – 114.
- เล็ก จาง. (2538). การย่อยสลายของสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์โดยจุลินทรีย์ในดินเขตร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การประเมินความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศเขตร้อน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรรณพร แจ่มปิยะรัตน์ และ ชเรศ ศรีสถิตย์. (2535). การปนเปื้อนของปรอท แคดเมียม แมงกานีสในดินตะกอน ใกล้เคียงสถานกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยสภาวะ แวดล้อม, 14 (2), 56 – 71.
- วินัย สมบูรณ์ (2532). การปนเปื้อนของสารเคมีการเกษตรในดินและน้ำใต้ดิน. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาฯ, ปีที่ 11 เล่มที่ 2(ก.ค. –ธ.ค. 2532)
- วิภา ตั้งนิพนธ์ อารี ไชยาภินันท์ และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์ . (2537). การสะสมของวัตถุมีพิษในดินและน้ำใน สวนองุ่น จังหวัดราชบุรี ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิภา พรพิพัฒน์. (2522). การศึกษาหาสารมีพิษตกค้างในปลา น้ำ และตะกอน บริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิโรจน์ อัมพิกัณฑ์. (2531). การจัดการดิน เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- แววรินทร์. (2535). ดินที่มีปัญหา : ดินชะล้างพังทลาย. วารสารชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 39 (269), 28 – 29.
- ศักดิ์สินทร์ ชีรพันธุ์เสถียร. (2537). แคดเมียมและสังกะสีในน้ำ ตะกอนและหอยกาบของแม่น้ำปิง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ศิราณี ศิริสุขโขม. (2534). ผลของภาคตะกอนจากการนำบักน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนัก ในพืชผัก บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิวพร คชารักษ์. (2535). การปนเปื้อนของคาร์บอนิลและคลอโรไฮโดรฟอสในดินบริเวณตามกอล์ฟติดกับอ่างเก็บน้ำ หนองกลางดง จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิวาภรณ์ เทียงตรงสกุล ผกาสินี อินอ่อน ศิริพรรณ มุขสมบัติ และพูลสุข หฤทัยธนาสันต์. (2537). การสะสมของ วัตถุมีพิษในดินและน้ำในสวนองุ่น จังหวัดสมุทรสาครภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการ เกษตร. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ศิวาภรณ์ เทียงตรงสกุล พงศ์ศรี ไบอคุลย์ พูลสุข หฤทัยชนาสันดี และศิริพรรณ มุขสมบัติ. (2534ก). ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดิน น้ำ และตะกอนในสวนส้มโอ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศิวาภรณ์ เทียงตรงสกุล ไสริยา พันธุ์วิริยะพงษ์ พูลสุข หฤทัยชนาสันดี ศิริพรรณ มุขสมบัติ และอารี ไชยภินันท์. (2538). การสะสมของวัตถุมีพิษในดิน น้ำ ตะกอน และปลา บริเวณสวนส้มโอภายใต้โครงการ IPM ไม่ผล. การประชุมวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 1 (23-25 สิงหาคม 2538), กองวัตถุมีพิษการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศิวาภรณ์ เทียงตรงสกุล ไสริยา พันธุ์วิริยะพงษ์ พูลสุข หฤทัยชนาสันดี และอารี ไชยภินันท์. (2534ข). ศึกษาการสะสมของวัตถุมีพิษในดิน น้ำ และตะกอนในสวนส้มเขียวหวาน. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และ U.E. Brady. (2527). การสลายตัวของคลอรีไฟรอฟอสที่มีสารรังสีคาร์บอนในดินและข้าวโพด. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2527), 48-65.
- ศุภมาส พานิชศักดิ์พัฒนา. (2540). ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไสริยา พันธุ์วิริยะพงษ์ วรางคณา โพธิ์สุข และพูลสุข หฤทัยชนาสันดี. (2537). การสะสมของวัตถุมีพิษในดินและในบริเวณสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ภายใต้โครงการ IPM ไม่ผล: GTZ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไสริยา พันธุ์วิริยะพงษ์ ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และพูนสุข หฤทัยชนาสันดี. (2537). การศึกษาผลของวัตถุมีพิษต่อไส้เดือน และจุลินทรีย์ดินบริเวณสวนทุเรียนจังหวัดจันทบุรี ภายใต้โครงการ IPM ไม่ผล : GTZ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย.
- สมบัติ อินทร์คง. (2538). อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในตะกอนเพื่อเป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมพร จันทระ. (2537). การติดตามตรวจสอบปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างน้ำและดินจากผักบ้านสบเป่า จังหวัดลำพูน โดยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมศรี อรุณินท์ พรหม รุ่งแสงจันทร์ พิชัย วิชัยดิษฐ์ อรุณี ขวัญนิยม และชัยนาม คิสภาพร. (2533). อิทธิพลของน้ำใต้ดินต่อการแพร่กระจายของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์. (2529). ดินเค็มกับอีสานเขียว. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ, 3 – 6.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์ และคณะ. (2535). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : คณะกรรมการจัดงานสัมมนาสิ่งแวดล้อมปี 2535.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์. (2535). กลไกการดูดซับซัลเฟตของดิน. วารสารดินและปุ๋ย 14 เล่มที่ 3 (ก.ค.-ก.ย.): 216-220.

- สมศักดิ์ มณีพงษ์. (2539). การกระจายของโลหะหนักในตะกอนจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก. วารสารสงขลานครินทร์, 18(1), 87 – 97.
- ตำรวจ กรุฑกุล และไฉวรรณ อังศิริส. (2532). ผลกระทบของสภาพความชื้นของดินตัวอย่างต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมดของดินกรด. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 11 เล่มที่ 2(เม.ย.-มิ.ย. 2532): 126-135.
- สิริลักษณ์ ภาคอรธ. 2536. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินภายหลังการเผา ไร่ ที่ตั้งอยู่อย่างห่างจากจังหวัดเชียงใหม่. ปริญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวนวัฒนวิทยา, ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทธยา กำเนิดมณี. (2540). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ ดินตะกอน และหญ้าขน บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง, บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุทธิชัย เลียงชยศ. (2533). ผลการศึกษาวิเคราะห์เพื่อกำหนดนโยบายและวิธีการควบคุมป้องกันและปรับปรุงแก้ไขปัญหามลพิษที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารพัฒนบริหารศาสตร์, 30 (3), 95 – 108.
- สุชาติ ตุนทรพันธ์ และนิรันดร์ สิงหนุตรา. (2518). ผลของยาฆ่าแมลง Dieldrin และ ยากำจัดวัชพืช 2,4-D ที่มีต่อปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. ปีที่ 9 ฉบับที่ 1, 46-54.
- สุนทร ชัยสังวาลย์ และ นิรันดร์ สิงหนุตรา. (2518). การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของยาฆ่าแมลงอโดรินที่มีต่อปริมาณแบคทีเรียในดิน. วารสารเกษตรศาสตร์, 9 (1), 80 – 83.
- สุนีย์ เสาวรส. (2521). ดินเปรี้ยว. วารสารชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 25 (103), 8 – 10.
- สุปราณี วิชาญนันต์. (2526). การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตในดิน น้ำ ดินตะกอนของลำธาร และการดูดซับซัลเฟตของดินจากบริเวณทุ่งจ้อย และคอกปุ๋ย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล เลิศวิระศิริกุล และบังเอิญ สี่มา. (2534). วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่างเก็บน้ำลำตะคอง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2534. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- หญิงเล็ก พงศ์พยัคฆ์. (2533). ผลของปุ๋ยและอินทรีย์วัตถุต่อการเปลี่ยนแปลงของไฟโรทีนในดินกรดกำมะถัน. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน.
- หรรษา คุณาโท นิพรณศรี โคมทอง สำเนียง วิริยะศิริ และยุวดา ปทุมแก้ว. (2525). การเปรียบเทียบอิทธิพลของอนุผลซัลเฟตและคลอไรด์ที่ก่อให้เกิดความเป็นกรดในดิน. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2525. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.
- อนุสรณ์ มาสกรานต์. (2530). รูปของอลูมิเนียมในดินนภาคกลางตอนใต้และการเจริญเติบโตของข้าว กข.23. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น ภรรทพ ปณณัฐโร และวสันต์ รัตนะ. (2538). การศึกษาผลกระทบของสมบัติดินและน้ำต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 13(3): 15-21.

- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. (2539). การตกค้างของกำมะถันในแปลงปลูกอุนบนชุดดินเลข. วารสารนิเวศวิทยา ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 (ส.ค.-ธ.ค. 2539): 68-72.
- อรรถ ศุภริพงษ์ และ จุไร ทองมาก. (2535). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : คณะกรรมการจัดงานสัมมนาสิ่งแวดล้อม.
- อรรถ ศุภริพงษ์ และ จุไร ทองมาก. (2541). โลหะหนักในดินนาของประเทศไทย. วารสารเทคโนโลยี, 25(1), 37-50
- อรรถ หอมจันทร์. (2535). ความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อผักคะน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี ภูวนิช และสมศรี อรุณินท์. (2533). ผลของระดับความเค็มต่อการตอนสนองของ *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี กรมพัฒนาที่ดิน.
- อารมณ เชลิต. (2535). การปนเปื้อนของโลหะหนักในตะกอนขรน้ำจากการทำเหมืองแร่ตะกั่ว. บัณฑิตวิทยาลัย นิพนธ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อำนาจ สิทธิเจริญชัย. (2523). ผลกระทบของการใช้เครื่องทุ่นแรงกับการอนุรักษ์ดิน. วารสารสงขลานครินทร์, 2 (3), 43 – 54.
- อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วรรณะ. (2531). ผลกระทบของการใช้สารกำจัดวัชพืช. ข่าวสารวัดภูมิพิณ, 15 (2), 55 – 58.
- อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วรรณะ. (2536). การสลายตัวของแอตราซีน (Atrazine) ในดินและเศษหญ้า (Trash) ที่ใช้คลุมดินในการปลูกข้าวโพด. ข่าวสารวัดภูมิพิณ. ปีที่ 14 ฉบับที่ 4 (ก.ค.-ส.ค. 2530): 85-91.
- อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วรรณะ. (2536). อิทธิพลของสารกำจัดวัชพืชต่อจุลินทรีย์ในดิน. ข่าวสารวัดภูมิพิณ. ปีที่ 20 ฉบับที่ 4 (ค.ค.-ธ.ค. 2536): 162-164.
- Agate, A.D. et al. (1986). Isolation of iron oxidizing bacteria from the mangroves of South Thailand. Biovigyanam, 12(1), 73 – 75.
- Arrykul, Surapon, Kalayanee Kooptarmond and Arry Suwanmanee. (1990). Arsenic in Soils and Stream Sediments, Ronpibul, Nakon-Si-Thammarat Province. Songkla : Songklanakarin University.
- Arunin, S. et al. (1988). Green manure in rice farming. Manila : Interational Rice Research Institute.
- _____. (1984). Characteristics and management of salt – affected soils in the northeast of Thailand. Manila : Interational Rice Research Institute.
- Buraue P., F. Fuhr. (2000). Formation and long – term fate of non – extractable residue in outdoor lysimeter studies. Environmental Pollution, 108(0), 95-52.
- Cannon I.7. (2524). ดินเค็ม อดร. ข่าวสารชลประทานยุคปฏิรูปงาน, 7 (23), 4, 29 – 30.
- Gevao B., K.T. Semple, K.C. Jones. (2000). Bound pesticide residues in soils: a review. Environmental Pollution, 108(2000), 3-14.

- Korpradiskul, R., V. Korpraditskul and S. Kuwatsuka (1992). Degradation of the herbicide atrazine in five different Thai soils. Journal of Pesticide Science, 17 (4), 287 – 289.
- Laprungsirat, Taqatchai. (1984). Determination of Some Heavy Metals in Airborne Particulates in Mae Moh Basin. Environmental Science Master's Thesis, Chulalongkorn University, Thailand.
- Mahadlek, Banchong. (1984). Determination of Chlorinated Hydrocarbon Insecticide Residues in Sediment From Various Elevations of Ping and Wang River Basins [in Thailand]. Environmental Science Master's Thesis, Kasetsart University, Thailand.
- Nayana Puengpan, Terdsak Subhasaram, Pongsiri Patcharapreecha, Kenzo Miura และ Hiidenori Wada. (2535). Impermeable Layers in Salt Affected Sandy Soils in Northeast Thailand (Part 1). วารสารดินและน้ำ ปีที่ 14 เล่มที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2535): 40-48.
- Prabnarong, Pipop, Prawit Towatana and Somsak Maneepong. (1994). The impacts of shrimp culture on some chemical properties of soil in Amphoe Ranot, Changwat Songkhla. Songklanakarin Journal of Science Technology, 16 (4), 425 – 436.
- Preeda Parkpian, Apisit Eiumnon and Lers B.Reutegardh. (1996). Impacts of toxic substances on ecosystems. เทคโนโลยีเกษตร. Vol.23 No. 3 (September-Desember): 77-80.
- Sangplang, Manoon. (1985). Pesticide Residue Level of Organochlorine on Soil in Various Types of Land Use Around Bangpakong River Basin [Thailand]. Environmental Science Master's Thesis, Kasetsart University, Thailand.
- Silke Muller, Wolfgang Wilcke, Nualsri Kanchanakool, Wolfgang Zech. (2000). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Particle-size Separates of Urban Soil in Bangkok, Thailand. Soil Science, Vol. 165, No.5 (May 2000): 412-419.
- Suwanaked, Preeyaporn. (1991). Lead Contamination of Roadside Soils in Bangkok Metropolitan Area. Environmental Science Master's Thesis, Chulalongkorn University, Thailand.
- Thao, V.D., Karano, M. and Tatsukawa, R. (1993). Persistent Organochlorine Residues in Soils from Tropical and Subtropical Asian Countries. Environmental Pollution, 81 (1), 61 – 71.

**การจัดการน้ำเสียจากแหล่ง
อุตสาหกรรม**

การจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater Management)

ดร.วิเชียร นุตมากุล
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำนำ

การศึกษาพรรณานความรู้ด้านน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม มีเป้าหมายที่จะทำการค้นคว้าหาเอกสารทางด้านการบริหารจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมจากหน่วยงานและสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะจำแนกเอกสารออกเป็นกลุ่มๆ อย่างกว้างๆ ตามประเภทอุตสาหกรรม เพื่อให้ทราบถึงองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และวิเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้ ตลอดจนเสนอแนะทิศทางการงานวิจัยในอนาคตเพื่อเติม ช่องว่างที่ขาดไปขององค์ความรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้มีการนำองค์ความรู้เหล่านั้นไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บททวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้ารวบรวมรายงานการศึกษาและวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศไทย ได้เอกสารมารวมทั้งสิ้นประมาณ 200 รายการ ซึ่งได้เลือกงานศึกษาวิจัยบางรายการมาสรุปโดยแบ่งเป็นกลุ่มตามประเภทอุตสาหกรรมได้ดังนี้

- อุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
- อุตสาหกรรมที่มีการปล่อยโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำเสีย
- อุตสาหกรรมฟอกย้อม
- อุตสาหกรรมอาหาร
- อุตสาหกรรมอื่นๆ

1. อุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

น้ำเสียจากอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจะมีโลหะหนักชนิดต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตปนเปื้อนรวมอยู่ด้วย เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทนี้จะมุ่งเน้นที่การกำจัดโลหะหนักเหล่านั้นเป็นหลัก ซึ่งสามารถจำแนกเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดออกได้ดังนี้

- การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีเคมี
- การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)
- การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)
- การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration)

1.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบึงประดิษฐ์

1.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีเคมี

Charoensrisomchit (1998) ได้ทำการศึกษาหาวิธีการในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าโดยใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยได้ศึกษาตัวแปรดังนี้ ปริมาณของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา และค่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโครเมียม โดยใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวปรับค่าพีเอช ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเก็บมาจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและได้ทำการเจือจางความเข้มข้นของโครเมียมเป็น 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยได้ศึกษาน้ำเสียทั้งในส่วนที่เจือจางและไม่ได้เจือจาง ผลจากการศึกษาน้ำเสียที่เจือจางพบว่าปริมาณของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในระดับ 600 มิลลิกรัม/ลิตรและระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 10 นาที จะรีดิวซ์โครเมียมได้ดีที่สุดเท่ากับ 98% ส่วนค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดในการตกตะกอนโครเมียมได้แก่ที่พีเอช 9 ซึ่งจากการศึกษาน้ำเสียที่ไม่ได้เจือจางก็ให้ผลที่สอดคล้องกันกับน้ำเสียที่เจือจาง

วิสิทธิ์ (2540) ได้ทดลองบำบัดไซยาไนด์ในน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะด้วยสังกะสีโดยวิธีออกซิเดชันด้วยโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต โดยใช้ น้ำเสียจากโรงงานในส่วนที่ปนเปื้อนด้วยไซยาไนด์ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำยาชุบและน้ำล้างชิ้นงานหลังชุบโดยจะถูกส่งไปรวมกับน้ำเสียจากขั้นตอนการล้างคราบไขมันที่ผิวชิ้นงานด้วยตัวล้างร้อน ทำให้น้ำเสียมีสภาพเป็นด่าง น้ำเสียนี้มีไซยาไนด์อยู่ในช่วง 315–442 มิลลิกรัม/ลิตร ผลจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดไซยาไนด์ได้อย่างสมบูรณ์ ได้แก่ อัตราส่วนโดยโมลของไซยาไนด์ต่อโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต คือ 1 ต่อ 2 และระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 15 นาที ข้อดีของวิธีการนี้คือช่วยลดค่าซีโอดี และ สังกะสี ได้ด้วย แต่ก็มีข้อเสีย คือ ของแข็งละลายในน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากภายหลังการบำบัด ทำให้ต้องเพิ่มขั้นตอนในการบำบัดโดยด่างกำจัดซีของโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนตในน้ำหลังการบำบัดไซยาไนด์แล้ว

สาโรช (2536) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาหาแนวทางในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งครอบคลุมการชุบโลหะโครเมียม ทองแดง นิกเกิล และสังกะสี และใช้น้ำเสียจริงเป็นกรณีตัวอย่าง น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ น้ำเสียที่เป็นด่าง น้ำเสียที่เป็นกรด น้ำเสียที่เป็นพิษ และน้ำเสียรวม ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าสามารถบำบัดน้ำเสียที่เป็นด่างด้วยน้ำเสียที่เป็นกรดได้และทำให้ปริมาณน้ำเสียลดลงเหลือเพียงร้อยละ 60.3 ของน้ำเสียรวมทั้งหมด การกำจัดโครเมียมโดยวิธีรีดิวซ์โครเมียมประจุบวกทำให้เป็นประจุบวกสามด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ให้ผลดีกว่าใช้เฟอร์รัสซัลเฟต จากนั้นก็ทำการกำจัดโลหะหนักโดยการตกตะกอนด้วยปูนขาวและโซดาไฟ พบว่า โลหะหนักตกตะกอนได้ดีกับปูนขาวและโซดาไฟในช่วงพีเอชใกล้เคียงกัน โดยค่าช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับตกตะกอนโครเมียม 9.0 – 11.0 ทองแดง 7.5 – 11.0 นิกเกิล 10.5 – 11.0 สังกะสี 9.5 – 11.0 ทองแดงปนกับนิกเกิลและสังกะสี 9.5 – 11.0 สังกะสีที่มีไซยาไนด์ปนอยู่ด้วย 8.0 – 10.5 ในการกำจัดโลหะหนักด้วยการตกตะกอนนี้จำเป็นต้องมีการกรองจึงจะได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ยกเว้นกรณีที่มีสังกะสีเพียงอย่างเดียวไม่จำเป็นต้องกรอง การกำจัดไซยาไนด์ทำได้โดยการออกซิไดซ์ไซยาไนด์ให้เป็นไซยานิดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรท์

วิธีการออกซิไดซ์นี้สามารถกำจัดไซยาไนด์ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการบำบัดในส่วนของการเคมี โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ราคาถูกกว่าและให้ผลดีกว่าใช้เฟอร์รัสซัลเฟต ปูนขาวราคาถูกกว่าโซดาไฟและค่าบำบัดตะกอนที่เกิดขึ้นก็ถูกกว่า แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ราคาถูกกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการบำบัดทั้งระบบพบว่าถ้าโรงงานทำการบำบัดเองจะเสียค่าใช้จ่ายทั้งค่าสารเคมีและค่าบำบัดตะกอนสูงเป็น 2 – 3.5 เท่าของค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการของศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมเสมอค่าซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

ครุณี (2535) ได้ศึกษาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ จากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมคือที่พีเอช 10 และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หรือที่พีเอช 11 และอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ส่วนนิเกิลคือที่พีเอช 10 - 11 และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นกรณีที่มีทั้งโครเมียมและนิเกิลปนอยู่ด้วยกัน สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักทั้งสองตัวพร้อมกันคือที่พีเอช 10 และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในส่วนของอัตราส่วน โมลที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์คือ $Cr(3+)/Iron(total)$ เท่ากับ 14.85×10^{-3} และ $Ni(2+)/Iron(total)$ เท่ากับ 13.15×10^{-3} โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลเท่ากับ 100% ทั้งสองตัว ในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะที่ไม่มีไซยาไนด์คือ $Cr(3+)/Iron(total)$ เท่ากับ 2.51×10^{-3} และ $Ni(2+)/Iron(total)$ เท่ากับ 1.4×10^{-3} โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลเท่ากับ 100% ทั้งสองตัว ในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะที่มีไซยาไนด์คือ $Cr(3+)/Iron(total)$ เท่ากับ 1.8×10^{-3} และ $Ni(2+)/Iron(total)$ เท่ากับ 0.76×10^{-3} โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิเกิลเท่ากับ 100 และ 98.27% ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการทดสอบความเสถียรของกากตะกอนที่สังเคราะห์จากน้ำเสียโรงงานชุบโลหะที่มีและไม่มีไซยาไนด์โดยวิธี leaching test ในระยะเวลา 6 – 24 ชั่วโมง พบว่ามีความเสถียรที่พีเอช 3 – 5

มงคล (2532) ได้ทำการศึกษาวิธีการจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอบสังกะสี โดยได้แบ่งน้ำเสียจากโรงงานออกเป็น 6 ประเภท คือ น้ำร้อนล้าง น้ำเย็นล้าง น้ำหล่อเย็น กรดโครมิกที่ใช้แล้ว สารละลายกรด สารละลายด่าง แล้วทำการทดลองบำบัดน้ำเสียทั้งในรูปของน้ำเสียแยกเป็นแต่ละประเภทและในรูปของน้ำเสียรวมโดยใช้วิธีการทางเคมีและฟิสิกส์ ในการศึกษาได้ทำการทดลองกำจัดโครเมียมในน้ำเสียกรดโครมิกที่ใช้แล้ว โดยรีดิวซ์โครเมียมประจุบวกหกให้เป็นประจุบวกสามด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์หรือเฟอร์รัสซัลเฟต จากนั้นก็ทำการกำจัดโครเมียมประจุบวกสามโดยการตกตะกอนด้วยปูนขาวหรือโซดาไฟ พบว่าโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์มีประสิทธิภาพในการรีดิวซ์โครเมียมได้ดีกว่าเฟอร์รัสซัลเฟต โดยจะรีดิวซ์โครเมียมได้อย่างสมบูรณ์เมื่อใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ในปริมาณ 1.75 เท่าของปริมาณที่ต้องใช้ตามทฤษฎี และปูนขาวตกตะกอนโครเมียมประจุบวกสามได้ดีกว่าโซดาไฟ โดยตกตะกอนได้ดีที่พีเอช 8.5 ในส่วนของการกำจัดสังกะสีซึ่งมีอยู่ในน้ำเสียรวมและในน้ำหล่อเย็นได้ทำการทดลองโดยทำการตกตะกอนด้วยปูนขาวหรือโซดาไฟ พบว่าปูนขาวมีประสิทธิภาพในการตกตะกอนสังกะสีสูงกว่าโซดาไฟทั้งในน้ำเสียรวมและในน้ำหล่อเย็นโดยตกตะกอนได้ดีที่พีเอช 9.5 ในกรณีของสังกะสีถ้าใช้ polymer ที่ความเข้มข้น 0.2 – 1.0 มิลลิกรัม/ลิตรจะช่วยให้การตกตะกอนดีขึ้น เพื่อให้น้ำทิ้งมีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมในกรณีน้ำเสียของ

โครเมียมต้องทำการกรองผ่านเครื่องกรองทรายอัตราไหลช้าก่อนจึงจะปล่อยทิ้งได้ ในส่วนของการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียพบว่าถ้าโรงงานทำการบำบัดเองจะเสียค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าใช้บริการของศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมเสมอค่าซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

1.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)

สรียาภรณ์และคณะ (2540) ได้ศึกษาวิธีการแยกโลหะนิกเกิลและทองแดงจากน้ำทิ้งในโรงงานชุบโลหะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพื่อจับนิกเกิลและทองแดงไว้ แล้วทำการชะนิกเกิลและทองแดงออกจากเรซินด้วยกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นทำการแยกนิกเกิลและทองแดงออกจากกันโดยผ่านเรซินแลกเปลี่ยนแอนไอออน พบว่ากรดความเข้มข้น 7 โมลาร์สามารถแยกนิกเกิลกลับมาได้มากกว่า 85% และกรดความเข้มข้น 1.5 โมลาร์สามารถแยกทองแดงกลับมาได้เกือบ 100%

คลเดช (2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการลดปริมาณของเสียและทดลองบำบัดน้ำเสียโดยทำการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของโรงงานด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซิน ในการวิจัยได้ใช้โรงงานที่มีอยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 3 โรงงาน จากการสำรวจสภาพของโรงงานโดยทั่วไปไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ยต่อโรงงานประมาณ 1,290 ลิตร/วัน โดยแบ่งออกเป็น น้ำเสียกรด 4% น้ำเสียด่าง 24% น้ำเสียนิกเกิล 43% และน้ำเสียโครเมียม 29% ความเข้มข้นเฉลี่ยของนิกเกิลในน้ำเสียนิกเกิลเท่ากับ 293 มิลลิกรัม/ลิตร และความเข้มข้นเฉลี่ยของโครเมียมในน้ำเสียโครเมียมเท่ากับ 1,409 มิลลิกรัม/ลิตร ผลจากการปรับปรุงโรงงานแห่งหนึ่งเพื่อลดปริมาณของเสียลงโดยการใช้นาฬิกาการต่าง ๆ พบว่าสามารถลดปริมาณน้ำเสียลงได้ค่อนข้างมาก โดยปริมาณน้ำเสียกรดและด่าง น้ำเสียนิกเกิล และน้ำเสียโครเมียมลดลงโดยเฉลี่ย 70.8, 92.2 และ 70.9% ตามลำดับ ส่วนปริมาณโลหะนิกเกิลและโลหะโครเมียมที่สูญเสียไปกับน้ำเสียลดลงโดยเฉลี่ย 82.5 และ 73.4% ตามลำดับ ในส่วนของการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซิน น้ำเสียนิกเกิลใช้เรซินประจุบวกของกรดแก่ (ฟูลอไอไลต์, C-100) ผลจากการศึกษาพบว่าน้ำเสียนิกเกิลที่ความเข้มข้นไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อผ่านเรซินออกมาโดยใช้เวลากักพักในชั้นเรซินนานกว่า 3 นาทีจะมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง การบอกสภาพเบรคทู (Breakthrough) ของเรซินสามารถใช้ค่าสภาพการนำไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานของระบบแทนการวัดค่าความเข้มข้นของนิกเกิลในน้ำที่ผ่านเรซินออกมาได้ ส่วนน้ำเสียโครเมียมใช้เรซินประจุลบของด่างแก่ (ฟูลอไอไลต์, A-200) ผลจากการทดลองพบว่าน้ำเสียโครเมียมที่ความเข้มข้นไม่เกิน 650 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อผ่านเรซินออกมาโดยใช้เวลากักพักในชั้นเรซินนานกว่า 3 นาทีจะมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง การบอกสภาพเบรคทู (Breakthrough) ของเรซินสามารถใช้ค่าพีเอชและสภาพการนำไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานของระบบแทนการวัดค่าความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำที่ผ่านเรซินออกมาได้

พุทธิสาร (2538) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็กด้วยวิธีแลกเปลี่ยนประจุไอออน โดยใช้เรซิน QUARON AU-808 และ DOWEX MSA-1 สำหรับแลกเปลี่ยนไอออนกับโครเมียม (VI) พบว่าเรซินทั้งสองชนิดสามารถลดความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงเหลือต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีอัตราการไหลที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10 – 40 เท่าของปริมาตรเรซินที่ใช้/ชั่วโมง เมื่อทำการทดลองรีเจนเนอเรชันทั้งสองชนิดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าเรซิน QUARON AU-808 มีประสิทธิภาพในการรีเจนเนอเรตต่ำเนื่องจากเรซินถูกกรดโครมิกออกไซด์ ส่วนเรซิน DOWEX MSA-1 สามารถรีเจนเนอเรตกลับมาใช้ใหม่ได้ดีโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 – 7% ที่อัตราการไหล 2 เท่าของปริมาตรเรซินที่ใช้/ชั่วโมง เมื่อนำเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้นำบดน้ำเสียโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะขนาดเล็ก พบว่าคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้มีต้นทุนดำเนินการต่ำ เปลี่ยนน้ำเสียให้เป็นน้ำดีได้ สามารถนำน้ำดีและโครเมียมกลับมาใช้ใหม่ได้

ขจรศักดิ์ (2538) ได้ทำการทดลองนำผักตบชวาที่ใช้ในการนำโลหะหนักที่อยู่ในน้ำล้างชิ้นงานจากกระบวนการชุบนิเกิลด้วยไฟฟ้ากลับมาใช้ใหม่ การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนกับผักตบชวาทั้งผักตบชวาใหม่และผักตบชวาที่ผ่านการแลกเปลี่ยนนิเกิลไอออนมาแล้ว โดยทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีนิเกิล 10 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร ขั้นตอนที่สองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของผักตบชวาโดยใช้อัตราเร็วในการไหลของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีนิเกิล 100 และ 250 มิลลิกรัม/ลิตรเท่ากับ 3, 6 และ 9 ชั้นเรซิน/ชั่วโมง ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการนำนิเกิลกลับมาใช้ใหม่ โดยทำการรีเจนเนอเรตผักตบชวาจากส่วนที่ 1 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 0.75 N โดยให้กรดไฮโดรคลอริกไหลผ่านผักตบชวาด้วยอัตราเร็ว 3, 6 และ 9 ชั้นเรซิน/ชั่วโมง ผลที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนแรกพบว่าเมื่อผ่านน้ำเสียสังเคราะห์ที่มี นิเกิล 10 มิลลิกรัม/ลิตรลงบนชั้นของผักตบชวาซ้ำครั้งที่สอง ผักตบชวาจะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนนิเกิลไอออนได้น้อยกว่าครั้งแรก แต่ไม่พบความแตกต่างในกรณีของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีนิเกิล 100 มิลลิกรัม/ลิตร ผลจากการทดลองในขั้นตอนที่สองพบว่า ในส่วนที่ 1 ทั้งอัตราเร็วในการไหลของน้ำเสียสังเคราะห์และระดับความเข้มข้นของนิเกิลไม่มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของผักตบชวา ในส่วนที่ 2 เมื่อทำการรีเจนเนอเรตผักตบชวาที่ผ่านการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยน้ำเสียสังเคราะห์ในส่วนที่ 1 มาแล้ว พบว่าผักตบชวาที่ผ่านการแลกเปลี่ยนไอออนกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีนิเกิล 100 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีประสิทธิภาพในการนำนิเกิลกลับมาใช้ใหม่ได้มากที่สุด 83% โดยทำการรีเจนเนอเรต ด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.75 N ที่อัตราเร็ว 3 ชั้นเรซิน/ชั่วโมง เมื่อทำการทดลองกับน้ำเสียจริงที่มีนิเกิล 677 และ 445 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าผักตบชวามีความสามารถในการแลกเปลี่ยนนิเกิลไอออนได้ 2,937.1 และ 2,191.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่เมื่อทำการรีเจนเนอเรตด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 N ที่อัตราเร็ว 3 ชั้นเรซิน/ชั่วโมง กลับพบว่าผักตบชวาที่แลกเปลี่ยนนิเกิลได้มากมีเปอร์เซ็นต์การนำนิเกิลกลับมาใช้ใหม่ได้น้อยกว่า

ทิพย์ (2537) ได้ทำการศึกษาวิธีการนำโลหะหนักในน้ำเสียที่เกิดจากการล้างชิ้นงานกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการชุบนิเกิลด้วยไฟฟ้า การวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการเปรียบเทียบความ

สามารถในการแลกเปลี่ยนนิกเกิลไอออนและความสามารถในการนำนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่ระหว่างแคโทดไอออนเรซินชนิดธรรมดาที่มีหมู่ฟังก์ชันนอลกรุปเป็นชนิดซัลโฟนิกแอซิด กับแคโทดไอออนเรซินชนิดพิเศษที่มีหมู่ฟังก์ชันนอลกรุปเป็นชนิดอิมิโนไดอะเซติกแอซิด โดยใช้น้ำสังเคราะห์ที่มีโลหะนิกเกิลความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัม/ลิตร และใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่คล้ายน้ำเสียจริงที่มีโลหะนิกเกิลความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัม/ลิตร ขั้นตอนที่สองเป็นการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการนำโลหะนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่ เป็นขั้นตอนในการรีเจนเนอเรชันเรซินด้วยกรด ใช้กรดความเข้มข้น 3, 5, 7, 9 และ 12% โดยน้ำหนัก ด้วยอัตราการล้างด้วยกรดเท่ากับ 3, 4, 5 และ 6 ปริมาตรชั้นเรซิน/ชั่วโมง (BV/hr) ผลการทดลองพบว่าเรซินชนิดพิเศษดีกว่าเรซินชนิดธรรมดาทั้งในด้านการสามารถในการแลกเปลี่ยนนิกเกิลไอออนและในด้านประสิทธิภาพในการนำนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่ในทุกตัวอย่างน้ำสังเคราะห์และน้ำเสียสังเคราะห์ที่นำมาทดลอง ในขั้นตอนที่สองใช้เฉพาะเรซินชนิดพิเศษในการทดลอง พบว่าสถานะที่เหมาะสมในการรีเจนเนอเรชันเรซินชนิดพิเศษ ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก 9% โดยน้ำหนัก อัตราการล้างด้วยกรด 4.5 BV/hr ได้ปริมาณนิกเกิลรวม 80,800 มิลลิกรัม/ลิตรเรซิน ได้ค่าความเข้มข้นนิกเกิลรวมสูงสุด เท่ากับ 25,937 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตรกรดที่ใช้รีเจนเนอเรต 2.63 BV ทำให้ประสิทธิภาพในการนำนิกเกิลกลับมาใช้เทียบกับปริมาณกรดที่ใช้ เท่ากับ 45.2% เมื่อทดลองใช้กับน้ำเสียจริงจากโรงงานโดยใช้เรซินชนิดพิเศษ พบว่าสามารถนำนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่ที่ปริมาณ 58,065 มิลลิกรัม/ลิตรเรซิน ได้ค่าความเข้มข้นนิกเกิลรวมสูงสุด เท่ากับ 19,359 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตรกรดที่ใช้รีเจนเนอเรต 2.25 BV

1.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)

ดวงกมล (2541) ได้ทำการทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้เส้นใยปาล์มปรับสภาพ (Treated palm fibers) ในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสียจากการชุบโลหะ ปรับเส้นใยปาล์มโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดไนตริก นำเส้นใยปาล์มที่ปรับสภาพแล้วบรรจุลงในคอลัมน์สูง 30 และ 60 ซม.ตามลำดับ น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองใช้อัตราส่วนระหว่าง โครเมียม:นิกเกิล ประมาณ 1:10 ใน 3 ระดับความเข้มข้น คือ ประมาณ 0.5:5.0, 1.0:10.0 และ 1.5:15.0 มก./ล. ปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 6 ใช้อัตราการไหลของน้ำเสีย 5 และ 10 มล./นาที ทำการทดลองอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชม. เก็บตัวอย่างน้ำทุก 4 ชม. ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวแปรต่าง ๆ มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลดังนี้ ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลจะลดลงเมื่ออัตราการไหลของน้ำเสียเพิ่มขึ้นและเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสียเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงของชั้นเส้นใยปาล์มเพิ่มขึ้น สถานะที่เหมาะสมและให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลที่ดีที่สุด ได้แก่ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสีย 0.5:5.0 มก./ล. ใช้อัตราการไหลของน้ำเสีย 5 มล./นาที และใช้คอลัมน์ที่บรรจุเส้นใยปาล์มสูง 60 ซม. โดยใน 4 ชม.แรกให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลเท่ากับ 47.34 และ 100% ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชม. ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลลดลงเหลือ 21.45 และ 97.57% ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำเสียที่ผ่านคอลัมน์ออกมามีโครเมียม 0.29 มก./ล. และนิกเกิล 0.11 มก./ล. ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่า

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นการกำจัดโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสียโดยใช้วิธีนี้ควรใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาแล้วและมีโครเมียมและนิกเกิลที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่านี้ ระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด ทำให้น้ำเสียมีคุณภาพที่ดีขึ้น

นุชจริยา (2540) ทำการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของเบนโทไนท์ในการกำจัดโครเมียมและสังกะสีในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ การวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการหาประสิทธิภาพของเบนโทไนท์ในการกำจัดโครเมียมและสังกะสีในน้ำเสีย ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการหาประสิทธิภาพของเบนโทไนท์เมื่อใช้ร่วมกับเฟอรัสซัลเฟตในการกำจัดโครเมียมและสังกะสีในน้ำเสีย ในการศึกษาที่ใช้เบนโทไนท์ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 กรัม/ลิตร ส่วนเฟอรัสซัลเฟตใช้ที่ความเข้มข้น 7.023 กรัม/ลิตรเพียงความเข้มข้นเดียว ณ ระดับพีเอช 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 ผลจากการวิจัยในขั้นตอนแรกพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมและสังกะสีโดยใช้เบนโทไนท์ คือ ใช้เบนโทไนท์ 0.8 กรัม/ลิตร ที่พีเอช 10 โดยสามารถกำจัดโครเมียมและสังกะสีได้ 99.84 และ 99.72% ตามลำดับ ส่วนผลจากการวิจัยในขั้นตอนที่สองพบว่าเมื่อใช้เบนโทไนท์ร่วมกับเฟอรัสซัลเฟตในการกำจัดโครเมียมและสังกะสี สภาวะที่เหมาะสม คือ ใช้เบนโทไนท์ 0.8 กรัม/ลิตร ที่พีเอช 9 โดยสามารถกำจัดโครเมียมและสังกะสีได้ 99.88 และ 99.64 % ตามลำดับ

ศุมาลย์ และคณะ (2540) ได้ศึกษาการนำโคโคซานที่ผลิตได้มาใช้ประโยชน์เป็นสารดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งของโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดยได้เปรียบเทียบคุณภาพในการดูดซับโลหะหนักกับโคโคซานและอนุพันธ์โคโคซานที่นำเข้าจากต่างประเทศ ผลจากการศึกษาพบว่าโคโคซานที่ผลิตได้สามารถดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งที่มีค่าพีเอช 4 และ 5 โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับไอออนของโลหะทองแดงได้ 81.29% แต่ดูดซับไอออนของโลหะนิกเกิลและไอออนของโลหะสังกะสี ได้เพียง 17.87 และ 18.85% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากโคโคซานที่นำเข้าจากต่างประเทศ (CTAI) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการดูดซับทองแดงได้ 65.60% และดูดซับนิกเกิลและสังกะสี ได้เพียง 11.03 และ 20.83% ตามลำดับ ส่วนอนุพันธ์โคโคซานที่นำเข้าจากต่างประเทศได้นำมาศึกษา 2 ชนิด พบว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนักในน้ำทิ้งได้ดีกว่าโคโคซานดังนี้ ประสิทธิภาพในการดูดซับทองแดงได้ 85.36 และ 91.82% ดูดซับนิกเกิลได้ 35.74 และ 46.46% และดูดซับสังกะสี ได้ 28.23 และ 41.97% ตามลำดับ

วิโรจน์ (2538) ได้ทดลองหาประสิทธิภาพของโคโคซานซึ่งสกัดจากเปลือกกุ้งกุลาดำในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โดยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสกัดโคโคซานจากเปลือกกุ้ง ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาหาประสิทธิภาพและสภาวะที่เหมาะสมของโคโคซานในการกำจัดโครเมียม ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาหาประสิทธิภาพและสภาวะที่เหมาะสมของโคโคซานโดยใช้ร่วมกับเฟอรัสซัลเฟตในการกำจัดโครเมียม ผลจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 พบว่าเปลือกกุ้งสดเมื่อนำมาสกัดจะได้โคโคซานร้อยละ 5.04 ของน้ำหนักเปลือกกุ้งสด ขั้นตอนที่ 2 พบว่าสารละลายโคโคซานจะปลดปล่อยของน้ำเสียเนื่องจากสารละลายโคโคซานมีสภาพเป็นกรด ทำให้การกำจัดโครเมียมโดยใช้โคโคซานเพียงอย่างเดียวได้ผลน้อย โดยผลจากการทดลองที่พีเอช 10 และใช้สารละลายโคโคซานในปริมาณ 5 มก./น้ำเสีย 500 มล. จะกำจัดโครเมียมได้ร้อยละ 85.48 ขั้นตอนที่ 3 จากการศึกษาพบว่าหลังจากน้ำเสียถูกรีดิวซ์ด้วยเฟอรัสซัลเฟตแล้ว เมื่อนำมาปรับพีเอชเป็น 8 และใช้สารละลายโคโคซานในปริมาณ 5 มก./น้ำเสีย 500 มล. จะกำจัดโครเมียมได้ถึงร้อยละ 99.65

1.4 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration).

จินตนา (2541) ได้ทำการวิจัยการกำจัดโลหะโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะโครเมียมด้วยไฟฟ้า โดยใช้พอลิอิเล็กโตรไลต์ที่มีประจุบวก ได้แก่ พอลิไคัลคิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 10,000 คาลตัน จับกับโลหะโครเมียมซึ่งอยู่ในรูปของโครเมตแอนไอออน ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ของพอลิอิเล็กโตรไลต์โครเมตซึ่งไม่สามารถลอดผ่านเมมเบรนของอัลตราฟิลเตรชันได้ เมมเบรนของอัลตราฟิลเตรชันที่ใช้มีค่าการตัดทึบน้ำหนักโมเลกุลที่ 10,000 คาลตัน และให้ค่ารีเจกชันได้ดีถึง 99.78% เมื่อใช้อัตราส่วนของพอลิอิเล็กโตรไลต์ต่อโครเมต เท่ากับ 20:1 ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลกระทบที่อาจเกิดจากไอออนอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียต่อค่ารีเจกชันของเมมเบรนในการกรองโครเมต โดยทำการทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแคทไอออนทองแดง เหล็ก นิกเกิล และสังกะสี ที่ความเข้มข้น 20, 40 และ 100 มก./ลิตร และ แอนไอออนคลอไรด์ ไนเตรต และ ซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 1000, 3000 และ 6000 มก./ลิตร พบว่ามีการตกตะกอนของแคทไอออนทองแดงและเหล็กกับโครเมต สังกะสีจะตกตะกอนเมื่อมีความเข้มข้นสูง ส่วนนิกเกิลจะไม่ตกตะกอนในทุกความเข้มข้น ตะกอนที่เกิดขึ้นไม่มีผลต่อค่ารีเจกชันหรือเวลาที่ใช้ในการกรอง ยกเว้นตะกอนของไอออนเหล็กที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการกรองเพิ่มมากขึ้น ผลกระทบของแอนไอออนทำให้ค่ารีเจกชันลดลงเมื่อความเข้มข้นของแอนไอออนเพิ่มขึ้น และแอนไอออนสองลบของซัลเฟตทำให้เวลาที่ใช้ในการกรองนานขึ้นกว่าแอนไอออนหนึ่งลบ ได้ทำการทดลองโดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะโครเมียม และใช้อัตราส่วนของพอลิอิเล็กโตรไลต์ต่อโครเมตเริ่มต้นที่ 20:1 เพียงครั้งเดียว แล้วทำการกรองโดยเติมน้ำเสียลงไปเท่าปริมาตรเริ่มต้นถึง 4 ครั้งในตัวอย่างชุดเดียวกัน ได้ค่ารีเจกชันเฉลี่ย 99.5% นอกจากนี้เนื่องจากตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะโครเมียมมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำเสียสังเคราะห์จึงทำให้การกรองอัลตราฟิลเตรชันของตัวอย่างน้ำเสียจริงไม่มีตะกอนเกิดขึ้นเหมือนในน้ำเสียสังเคราะห์

1.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบบึงประดิษฐ์

ลักษณี (2539) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของพืชใล่พื้นน้ำ 4 ชนิด ได้แก่ กกกลม รูด้าญี อ้อ และแห้วทรงกระเทียมในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ รวมทั้งได้ศึกษาถึงการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืชทั้ง 4 ชนิดด้วย น้ำเสียที่เข้าสู่บ่อทดลองมีปริมาณโครเมียมอยู่ในช่วง 2.864 – 20.926 มก./ลิตร และมีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 7.613 มก./ลิตร ผลจากการศึกษาพบว่าบ่อทดลองปลูกพืชทั้ง 4 ชนิดสามารถลดปริมาณโครเมียมลงได้สูงกว่าร้อยละ 94 โดยบ่อทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ บ่อทดลองกกกลมมีประสิทธิภาพร้อยละ 98.21 และรองลงมาคือน้ำ บ่อทดลองแห้วทรงกระเทียม บ่อทดลองรูด้าญี และบ่อทดลองอ้อ มีประสิทธิภาพร้อยละ 95.96, 95.90 และ 94.87 ตามลำดับ สำหรับบ่อควบคุมไม่มีการปลูกพืชจะมีประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุด คือ เท่ากับร้อยละ 89.13 และเมื่อทำการศึกษการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิด ในบ่อทดลองเปรียบเทียบกับบ่อควบคุมพืชตลอดการทดลอง โดยศึกษาถึงน้ำหนักสด

น้ำหนักแห้ง และความสูง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเก๋ทลดลง และเก๋ทควบคุมพืช นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการสะสมโครเมียมในดินและในพืช ปรากฏว่าดินและพืชมีโครเมียมเพิ่มขึ้นตามเวลา ปริมาณโครเมียมในดินโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันทุกเก๋ท และมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 29.156 ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ส่วนในพืชพบว่าเหหัวทรงกระเทียมมีการสะสมของโครเมียมเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด เท่ากับ 397.150 ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักพืชแห้ง แต่มีค่าน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาผลรวมพบว่าโครเมียมส่วนใหญ่สะสมอยู่ในดิน โดยมากกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณโครเมียมทั้งหมดของระบบสะสมอยู่ในดิน

Thayalakumaran (1994) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาวิธีการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าโดยใช้พื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้น พืชที่ใช้ในการทดลองได้แก่ cattail plants น้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่พื้นที่ชุ่มน้ำใช้น้ำเสียผสมระหว่างน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะกับน้ำเสียชุมชน ทำการทดลองโดยควบคุม hydraulic retention time ไว้ที่ 7 วัน ตรวจวัดค่า pH, SCOD, TSS, DO และ ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ป้อนเข้าระบบและที่ออกจากระบบทุกๆ 3 วัน ผลจากการทดลองพบว่าระบบนี้มีประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักมากกว่า 99% ใน pilot-scale unit แม้ในขณะที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักสูงถึง 25 มก./ลิตรก็ตาม ส่วนใหญ่โลหะหนักจะถูกกำจัดออกไปโดยการตกตะกอนหรือถูกดินดูดซับเอาไว้ ดินจะดูดซับโครเมียมและนิกเกิลได้ดีกว่าพืช พืชจะดูดซับโครเมียมและนิกเกิลได้ดีที่บริเวณเขตของรากทำให้มีความเข้มข้นของโลหะหนักสองตัวนี้สูงในบริเวณรากโครเมียมถูกดูดซับในรากได้ดีกว่านิกเกิล นอกจากนี้ยังพบพืชที่มีอาการเป็นพิษที่เกิดจากนิกเกิลด้วย

สนธิ (2530) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว โดยทำการปลูกพืชในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ผลจากการทดลองพบว่าผักตบชวาที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือมี biomass มากกว่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าในการกำจัดโลหะหนัก

2. อุตสาหกรรมที่มีการปล่อยโลหะหนักปนเปื้อนในน้ำเสีย

น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมหลายประเภทจะมีโลหะหนักชนิดต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตปนเปื้อนรวมอยู่ด้วย เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมจะมุ่งเน้นที่การกำจัดโลหะหนักเหล่านั้นเป็นหลัก ซึ่งสามารถจำแนกเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดออกได้ดังนี้

- 2.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีเคมี
- 2.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)
- 2.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)
- 2.4 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีอื่น ๆ

2.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางเคมี

จากงานวิจัยในช่วงปี 2528-2540 เป็นการใช้อนุสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับโลหะหนักต่าง ๆ เช่น ทองแดง นิกเกิล โปรท โคโรเมียม เงิน เหล็ก อาร์เซนิก แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี เป็นต้น เพื่อบำบัดน้ำเสียโดยตกตะกอนโลหะหนักเหล่านี้จากน้ำเสีย สารเคมีที่ใช้ได้แก่ ปูนขาว โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮโอซัลเฟต โซเดียมซัลไฟด์ โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ โซเดียมคลอไรด์ เป็นต้น รวมทั้งมีการนำเอากระบวนการฟลูอิดไดซ์เบดมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดด้วย พบว่ามีประสิทธิภาพในการตกตะกอนได้ดี แต่เมื่อพิจารณาในด้านค่าใช้จ่ายแล้วยังพบว่ามีต้นทุนที่สูง นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเพื่อทำตะกอนของโลหะหนักที่ได้จากการตกตะกอนด้วยสารเคมีให้เป็นก้อน (Solidification) โดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูมและปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์

ชัยวัฒน์ (2540) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดทองแดงและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์ 4 ชนิด ด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนด้วยสารรวมตะกอนชนิดต่างๆ โดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารสร้างตะกอนและใช้สารรวมตะกอน 4 ชนิด คือ ACCLOFOC ชนิด A 95, A110, A120 และ OXYFLOC106 สรุปได้ว่าการใช้กระบวนการสร้างตะกอนเพียงอย่างเดียวสามารถกำจัดได้เฉพาะปริมาณทองแดงให้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม ขณะที่การเสริมประสิทธิภาพด้วยการกวนช้าและการใช้สารรวมตะกอนที่เหมาะสมสามารถกำจัดได้ทั้งปริมาณทองแดงและนิกเกิลให้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

ดวงสมร (2540) ได้ทำการศึกษาทดลองทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์และกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูมและปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์ โดยก่อนทำให้เป็นก้อนได้ทำให้แห้งด้วยโซเดียมซัลไฟด์ ผลจากการทดลองเมื่อนำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์มาเติมปริมาณโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 0.5 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี ใช้อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.75 และซิลิกาฟูมเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์จะเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม หลังจากทำการบ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าประสิทธิภาพในการทำให้โปรทและโครเมียมคงตัวเท่ากับ 96.89 และ 94.32% ตามลำดับ เสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดประมาณ 7,770 บาทต่อตันของตะกอน สำหรับการทำกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนได้ทำการทดลองโดยใช้ทั้งปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูมและปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน โดยใช้ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีเท่านั้น ส่วนอัตราส่วนที่เหมาะสมได้แก่ ตะกอนโลหะหนักจากกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อวัสดุประสาน (ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม) เท่ากับ 1.50 และซิลิกาฟูมเท่ากับ 20 % และตะกอนโลหะหนักจากกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อวัสดุประสาน (ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์) เท่ากับ 2.50 และใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อเถ้าลอยลิกไนต์เท่ากับ 1:1 หลังจากทำการบ่มเป็นระยะเวลา 28 วันเท่ากัน ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการทำให้โปรทคงตัวใกล้เคียงกันคือเท่ากับ 97.72% และ 97.77% ตามลำดับ โดยจะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 4,930 และ 2,610 บาทต่อตันของตะกอนโลหะหนักตามลำดับ

สุริรัตน์ (2540) ได้ศึกษาการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ซีโอไซด์ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์ โดยหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดโปรท โคโรเมียม และเหล็กในน้ำเสีย โดยได้ทดลองแปรค่า พีเอช ในช่วง 9 – 12 อุณหภูมิในช่วง 55 – 70 องศาเซลเซียส และปริมาณเฟอร์รัสซัลเฟตในช่วง 0.0125 – 0.1 โมล โดยใช้อัตราการเติมอากาศอยู่ที่ 10 ลิตร/นาที่ ผลการทดลองพบว่าที่ พีเอช 9 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และอัตราส่วน

โมลของเฟอร์รัสซัลเฟตต่อไอออนโลหะหนักทั้งหมดในน้ำเสียเท่ากับ 18.65 ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทโครเมียม และเหล็กได้สูงสุดเท่ากับ 99.86, 97.87 และ 99.53% ตามลำดับ ปริมาณปรอทในน้ำเสียหลังการบำบัดยังคงเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ส่วนปริมาณโครเมียมไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ผลการทดสอบการชะละลายของตะกอนเฟอร์ไรต์ที่ได้ พบว่าความเข้มข้นของปรอทและโครเมียมในน้ำสกัดต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และจากการตรวจสอบด้วยรังสีเอกซ์พบว่าสารประกอบหลักของตะกอนที่ได้ คือ แมกนีไทต์ ในกรณีที่มีการใช้ในโครเจนแทนอากาศ จะได้ตะกอนเฟอร์ไรต์ที่มีความเป็นสารแม่เหล็กที่ดีกว่าการไม่ใช้ในโครเจนอย่างมีนัยสำคัญ แต่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักไม่แตกต่างกัน ค่าใช้จ่ายเฉพาะสารเคมีในการบำบัดโดยใช้ในโครเจนมีค่าประมาณ 10.62 บาทต่อลิตร (3.18 บาทต่อการวิเคราะห์หาซีไอดี 1 ตัวอย่าง) ในกรณีไม่ใช้ในโครเจน มีค่าประมาณ 9.35 บาทต่อลิตร (2.80 บาทต่อการวิเคราะห์หาซีไอดี 1 ตัวอย่าง)

ชนิษฐา (2539) ได้ทดลองกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยวิธีการตกตะกอน ผลการวิเคราะห์น้ำเสียซีไอดีก่อนบำบัดของห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจรวม 10 แห่ง พบว่ามีปริมาณโลหะปรอทโครเมียม เงิน และเหล็ก โดยเฉลี่ยดังนี้คือ 1341.20 , 288.45, 921.10 และ 153.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยได้ทดลองตกตะกอนด้วยสารเคมีรวม 4 ชุด ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์ การทดลองที่ให้ผลดีและมีความเหมาะสมที่สุดคือ การตกตะกอนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม/น้ำเสีย 500 มิลลิลิตร และปรับพีเอชเป็น 7 ด้วยสารละลาย 50 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ ทั้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 วัน พบว่าให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะปรอท โครเมียม เงิน และเหล็ก ได้ร้อยละ 100, 100, 99.96 และ 99.80 ตามลำดับ โดยเสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ 6,395.65 บาทต่อน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร (หรือประมาณ 6.50 บาทต่อน้ำเสีย 1 ลิตรหรือ 1.95 บาทต่อน้ำเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ซีไอดี 1 ตัวอย่าง)

อนุวัฒน์ (2539) ได้ศึกษาการทำตะกอนโลหะหนักซัลไฟด์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซิเมนต์และถ้ำลอยลิกไนต์เป็นตัวประสาน โดยการทำเสถียรตะกอนโลหะหนักที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีไอดี มีการเติมโซเดียมซัลไฟด์ลงไปในตะกอนก่อนนำไปทำให้เป็นก้อนด้วยปูนซิเมนต์และถ้ำลอยลิกไนต์ พบว่าความเข้มข้นโครเมียมและเหล็กในน้ำสกัดก่อนตะกอนโลหะหนักมีค่าต่ำมากแม้ในกรณีไม่มีการเติมโซเดียมซัลไฟด์ โดยประสิทธิภาพในการทำเสถียรของโครเมียมและปรอทเท่ากับ 60.01 และ 91.40% ที่สัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ 1.75 เท่าตามลำดับ และเท่ากับ 94.00 และ 99.49% ที่สัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ 3.00 เท่าตามลำดับ ในการบำบัดในกรณีที่สัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 3.00 เท่าจะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 5,790 บาท/ตันของตะกอน ส่วนในกรณีที่ไม่มีเติมโซเดียมซัลไฟด์จะเสียค่าใช้จ่าย 3,900 บาท/ตันของตะกอนแต่ความเข้มข้นของปรอทในน้ำสกัดจะสูงกว่าค่ามาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม(>0.2 มก./ล.)

นฤมิต (2538) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการทำละลายฤทธิ์ตะกอนโลหะหนักที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีไอดีโดยการทำให้เป็นก้อนด้วยวัสดุประสานปูนซิเมนต์และถ้ำลอยลิกไนต์ โดยใช้ปูนซิเมนต์ผสมถ้ำลอยลิกไนต์ในอัตราส่วนของถ้ำลอยลิกไนต์ร้อยละ 0 และ 50 อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.25

อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 และระยะเวลาบ่ม 28 วัน เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนตะกอนโลหะหนักพบว่ามีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนการทดสอบการชะละลายของก้อนตะกอนโลหะหนัก พบว่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำสกัดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนโครเมียมในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและเหล็กจะมีค่าต่ำมาก ปูนซีเมนต์ที่ผสมแล้วลดยกในร้อยละ 50 เป็นวัสดุประสานที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดการถูกชะละลายของ ปรอท โครเมียม และ เหล็กได้ 30.7, 50 และ 90% ตามลำดับ และค่าใช้จ่ายของวัสดุประสานที่ใช้ในการทำตะกอนโลหะหนักให้เป็นก้อนเท่ากับ 3,600 บาทต่อตันของตะกอนโลหะหนักแห้ง

ศักดิ์ (2538) ได้ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาการทำลายฤทธิ์ตะกอนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานแร่สังกะสี โดยใช้กระบวนการทำให้แข็งตัวเป็นก้อนด้วยวัสดุประสานประเภทซีเมนต์ ได้แก่ ปูนขาว ปูนซีเมนต์ และปูนซีเมนต์ผสมแล้วลดยกใน 40 จากนั้นได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและการชะละลายของโลหะหนักจากก้อนตะกอนซึ่งได้แก่ อาร์เซนิก แคดเมียม โครเมียม ปรอท ตะกั่ว และสังกะสี ผลจากการทดสอบสรุปได้ว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ที่อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 40 เทียบกับน้ำหนักตะกอนแห้งมีประสิทธิภาพในการทำลายฤทธิ์ตะกอนได้ดีกว่าวัสดุประสานชนิดอื่นๆ ได้ก้อนตะกอนที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมและมีการชะละลายของโลหะหนักจากก้อนตะกอนในน้ำสกัดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สามารถนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบได้ ค่าใช้จ่ายในส่วนของการวัสดุประสาน ค่าขนส่ง ค่าฝังกลบ รวมประมาณ 775 บาท/1 ตันตะกอนน้ำเสีย หรือ ประมาณ 15 บาท/1 ตันสังกะสีออกไซด์ที่ผลิตได้

ศักดิ์วีย์ (2537) ได้ทำการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นพิมพ์วงจรไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณทองแดงและเหล็กโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี โดยเริ่มศึกษาการกำจัดทองแดงและเหล็กในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้ NaOH และ Na_2CO_3 เป็นสารตกตะกอน ผลการศึกษาพบว่า NaOH ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงและเหล็กสูงกว่า Na_2CO_3 และค่าใช้จ่ายในการบำบัดก็ถูกกว่า ในการกำจัดทองแดงและเหล็กโดย NaOH ในกรณีที่ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีทั้งทองแดงและเหล็กรวมอยู่ด้วยกันจะมีประสิทธิภาพประมาณ 99.8% ที่ pH 10.0 - 10.7 จากการทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นพิมพ์วงจรไฟฟ้า พบว่าค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 11.7 - 12.0 และจะให้ประสิทธิภาพประมาณ 99% โดยเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 7.06 - 11.23 บาทต่อการบำบัดน้ำเสีย 1 ลบ.ม.

พวงรัตน์ (2537) ได้ศึกษาหาแนวทางการจัดการน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีในห้องปฏิบัติการรวม 20 แห่งในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและนำโลหะเงินกลับมาใช้ใหม่ จากการสำรวจพบว่าในห้องปฏิบัติการมีน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยเฉลี่ยประมาณ 21.8 ลิตร/เดือน และในน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณโลหะปรอท โครเมียม และเงินเท่ากับ 1803.7, 700, และ 1150 มก./ล. ตามลำดับ สารเคมีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ pH 9.5 ส่วนสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนโลหะเงิน คือ โซเดียมคลอไรด์ แล้วใช้สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ละลายตะกอนของโลหะเงิน โดยสารที่ใช้ในการนำโลหะเงินกลับมาใช้ใหม่ คือ โลหะทองแดง ประสิทธิภาพในการนำโลหะเงินกลับมาใช้ใหม่ประมาณ 70% ถ้าส่งน้ำเสียไปบำบัดที่หน่วยบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง จะเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย 2.88 บาท/ตัวอย่าง หรือ 8.71 บาท / ลิตร (เฉพาะค่าสารเคมีและค่าบำบัดตะกอน)

ภารติ (2537) ทำการแยกตะกั่วจากน้ำเสียของโรงงานผลิตเบตเตอร์โดยวิธีซีเมนต์ชัน (Cementation) ด้วยผงเหล็ก เพื่อนำตะกั่วจากน้ำเสียของโรงงานเบตเตอร์กลับมาใช้ใหม่ พบว่า โดยทั่วไปอัตราการเกิดซีเมนต์ชันสูงสุดเกิดที่ pH 2-3 และเกิดได้ในทุกระดับความเข้มข้นของตะกั่วที่ใช้ในทดลอง (10-300 มก./ล.) โดยสามารถลดปริมาณตะกั่วจากสารละลายมาตรฐานตะกั่วในเตรนและน้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วออกไซด์ได้ในช่วง 76.6-90.9% เมื่อทดลองใช้เทคนิคนี้กับน้ำเสียจากโรงงานเบตเตอร์ พบว่าเกิดได้ดีที่ pH 3 เมื่อใช้ผงเหล็ก 3 กรัม กวนด้วยความเร็ว 180 รอบ/นาที่ ในช่วงเวลา 90 นาที ปริมาณตะกั่วลดลงได้ถึง 92.3%

อัญชลี (2535ก) ศึกษาวิธีการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์โดยการตกผลึกโครเมียมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีโครเมียม 5, 10, 50, 100, และ 200 มก./ล. และคอลัมน์ของฟลูอิดไดซ์เบดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 3.45 ม. บรรจุด้วยทรายขนาด 0.8 – 1.2 มม. โดยใช้ความสูงของเบด 1, 1.5, และ 2 ม. ตามลำดับ ควคุมพีเอชของน้ำเสียไว้ที่ 8.5, 9.0 และ 9.5 ผลจากการทดลองพบว่า ความสูงเบดและพีเอช เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการกำจัดโครเมียม โดยพีเอชที่เหมาะสมคือ 9.0 ความสูงของเบดที่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดได้ดีที่สุด คือที่ความสูง 2 ม. กำจัดโครเมียมได้ 45-60% ยกเว้นที่ความเข้มข้นโครเมียม 200 มก./ล. เนื่องจากที่ความเข้มข้นนี้ความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไม่เพียงพอต่อการตกผลึกของโครเมียม

อัญชลี (2535ข) ทดลองกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์โดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่ว 5, 10, 50, 100, และ 200 มก./ล. ปรับพีเอชให้อยู่ในช่วง 7.5 – 9.5 ด้วยโซดาแอช ความสูงของเบด 1.0 – 2.0 ม. บรรจุด้วยทรายขนาด 0.85 – 1.2 มม. ผลจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว คือ ที่พีเอช 9.5 และความสูงของทราย 2.0 ม. สำหรับความเข้มข้นของตะกั่ว 200, 100 และ 50 มก./ล. ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดในรูปตะกั่วทั้งหมดได้ 44.50, 58.89 และ 67.96% ตามลำดับ และในรูปตะกั่วละลายให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเพิ่มขึ้นเป็น 99.64, 99.11 และ 98.88% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของตะกั่ว 10 และ 5 มก./ล. ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดในรูปตะกั่วทั้งหมดเท่ากับ 90.05 และ 90.40% และในรูปตะกั่วละลายเท่ากับ 98.17 และ 98.09 % ตามลำดับ

ประนอม (2533) ได้ทำการศึกษาทดลองนำอะลูมิเนียมในรูปสารโคแอกกูแลนท์จากสัลดิจอะลูมิเนียมกลับมาใช้ใหม่ โดยได้นำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตภัณฑ์อะลูมิเนียมมาใช้ในการศึกษาขั้นต้นเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำอะลูมิเนียมกลับมาใช้ใหม่ โดยเตรียมเป็นสารโคแอกกูแลนท์อะลูมิเนียมซัลเฟตโดยใช้กรดซัลฟูริกและโซเดียมอะลูมิเนตโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเป็นสารโคแอกกูแลนท์ด้วยกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 513 และ 226 บาท/ลบ.ม.ตามลำดับ ส่วนค่าใช้จ่ายในการกำจัดความขุ่นน้ำดิบด้วยสารโคแอกกูแลนท์ที่ผลิตจากวิธีการใช้กรดซัลฟูริกเท่ากับ 0.87 บาท/ลบ.ม.น้ำดิบจะแพงกว่าการใช้สารส้มบริสุทธิ์ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายเพียง 0.16 บาท/ลบ.ม. ที่การประปานครหลวงใช้อยู่เป็นปกติ

สุรภี (2530) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์ พบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์และแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ คือ ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และที่พีเอช 9 อุณหภูมิ ช่วง 55-70 องศาเซลเซียสตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการกำจัดทั้ง

ตะกั่วและแคดเมียมพร้อมกันสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัด คือ ที่พีเอช 9 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนโมลของ $Pb^{2+}/Iron_{total}$ และ $Cd^{2+}/Iron_{total}$ ในสารละลายตั้งต้นเท่ากับ 7.45×10^{-3} และ 13.73×10^{-3} ตามลำดับ

พรสวรรค์ (2529) ทำการทดลองกำจัดตะกั่วในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเบตเตอร์โดยวิธีตกตะกอนทางเคมีด้วย $NaOH$, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 , Na_2S และ Na_2SO_4 ผลการทดลองสรุปได้ว่า $Ca(OH)_2$ เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด เนื่องจากราคาถูกและมีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดได้ ส่วน $NaOH$ มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วได้ดีพอๆกับ $Ca(OH)_2$ แต่ราคาแพงกว่า Na_2CO_3 การตกตะกอนจะช้าและมีราคาแพง Na_2S การตกตะกอนเกิดได้เร็วแต่มีกลิ่นเหม็นรบกวน ส่วน Na_2SO_4 ตกตะกอนตะกั่วได้บ้างแต่ค่าความเข้มข้นของไอออนตะกั่วที่เหลือในน้ำทิ้งจะสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน

ธงชัย (2528) ได้ทำการทดลองตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียเพื่อกำจัดสังกะสี แมงกานีส และแคดเมียม ทั้งในรูปของ coagulation โดยใช้ปูนขาวและโซดาไฟ และในรูปของ precipitation ด้วยโซเดียมซัลไฟด์ ผลการทดลองพบว่า การตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียด้วยโซดาไฟจะได้ตะกอนที่จับตัวได้ไม่แน่นและมีปริมาณมากกว่าการตกตะกอนด้วยปูนขาว และถ้าใช้ปูนขาวเพียงอย่างเดียวต้องใช้พีเอชสูงมากทำให้สิ้นเปลืองปูนขาวมาก วิธีที่เหมาะสมที่สุดจึงได้แก่วิธีการเติมปูนขาวเพื่อปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 9-9.5 แล้วปล่อยให้ตกตะกอน จากนั้นจึงเติมโซเดียมซัลไฟด์เพื่อให้เกิดตะกอนอีกชั้นหนึ่งโดยใช้ในอัตราประมาณ 250-1,000 มก./ลบ.คม. โดยใช้วิธีการนี้จะสามารถบำบัดสังกะสี แมงกานีส และแคดเมียมในน้ำเสียได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประมาณ 73 – 77 บาท/ลบ.ม. และควรทำการกรองน้ำทิ้งอีกครั้งก่อนที่ปล่อยระบายออกจากระบบต่อไป

2.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange)

จากงานวิจัยในช่วงปี 2537-2540 มีการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะหนักต่างๆ เช่น ตะกั่ว นิกเกิล สังกะสี ทองแดง ในการบำบัดน้ำเสีย วัสดุที่มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ เช่น ผักตบชวา ผักตบชวาที่ปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์และกรดซัลฟูริก เรซินที่ทำจากชานอ้อยและผักตบชวา ทราบที่เคลือบด้วยออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส เป็นต้น ผลจากการวิจัยพบว่าวัสดุเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดี โดยประสิทธิภาพจะแปรตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น อัตราการไหลของน้ำเสีย ระดับความสูงของชั้นวัสดุ เป็นต้น

สังข์ (2540) ได้ศึกษาวิธีการลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวาที่ปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์และกรดซัลฟูริกบรรจุในหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตเบตเตอร์ที่ยังไม่ได้ผ่านการบำบัดทางเคมีและปล่อยให้ตกตะกอนเองตามธรรมชาติเป็นเวลา 2 วัน ปรับพีเอชให้อยู่ในช่วง 5 – 6 จาก การทดลองปล่อยน้ำเสียที่มีอัตราการไหล 10 , 20 และ 30 มิลลิลิตร/นาที่ เข้าสู่ชั้นของผักตบชวาที่ปรับสภาพ และ

มีระดับความสูง 30 และ 60 ซม.ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพการลดปริมาณตะกั่วจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำเสียและระดับความสูงของชั้นผักตบชวา โดยประสิทธิภาพในการลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียโดยเฉลี่ยเมื่อน้ำเสียมีอัตราการไหล 10 , 20 และ 30 มิลลิลิตร/นาที่และระดับความสูงของชั้นผักตบชวาเท่ากับ 30 เซนติเมตร คือ 95.29, 95.03 และ 94.62% ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มระดับความสูงของชั้นผักตบชวาที่ปรับสภาพ ประสิทธิภาพในการลดปริมาณตะกั่วก็จะเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียได้สูงสุดเท่ากับ 98.81% เมื่อใช้ระดับความสูงของชั้นผักตบชวาเป็น 60 เซนติเมตร และอัตราการไหลของน้ำเสีย 10 มิลลิลิตร/นาที่ และต่ำสุดเท่ากับ 93.08 % เมื่อใช้ระดับความสูงของชั้นผักตบชวาเป็น 30 เซนติเมตร และอัตราการไหลของน้ำเสีย 30 มิลลิลิตร/นาที่

พนิจิตร (2539) ได้ทำการทดลองกำจัดสังกะสีและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวกลางทรายเคลือบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ผลจากการทดลองพบว่าทรายเคลือบเหล็กออกไซด์และทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนสังกะสีและไอออนนิกเกิลได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นของสังกะสีและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 50 มก./ล.เท่ากับ ที่พีเอชเท่ากับ 6 โดยมีประสิทธิภาพ 68.92 และ 69.52% สำหรับทรายเคลือบเหล็กออกไซด์ และเท่ากับ 60.66 และ 68.27% สำหรับการทดลองเพื่อพินิจอำนาจตัวกลางทั้งสองชนิดด้วยโซเดียมไนเตรท 0.01 และ 0.1 M พบว่าถ้าใช้โซเดียมไนเตรท 0.1 M เพื่อพินิจอำนาจตัวกลางทรายเคลือบเหล็กออกไซด์ จะสามารถนำโลหะหนักกลับมาใช้ใหม่ได้ในปริมาณที่มากกว่าเมื่อใช้โซเดียมไนเตรท 0.01 M ถึง 2-4 เท่า และในกรณีเมื่อตัวกลางเป็นทรายเคลือบแมงกานีสออกไซด์นั้นจะสูงกว่าถึง 12 เท่า

เกศสุชา (2537) และ เพ็ชรพร (2537) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดโลหะหนัก (ทองแดง นิกเกิล และสังกะสี) โดยการใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากขาน้อยและผักตบชวา ผลจากการทดลองพบว่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน ของผักตบชวาที่ไม่ได้ปรับสภาพอยู่ในช่วง 0.686-0.809 meq/g และเมื่อปรับสภาพในรูป carboxymethyl water hyacinth จะอยู่ในช่วง 0.330-0.496 meq/g ส่วนขาน้อยที่ไม่ได้ปรับสภาพมีค่าอยู่ในช่วง 0.065-0.086 meq/g และเมื่อปรับสภาพในรูป carboxymethyl water begasse จะอยู่ในช่วง 0.052-0.069 meq/g นอกจากนี้เมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นของโลหะหนักลดลงความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินจะเพิ่มขึ้น ในการรีเจนเนเรชันจะใช้ 0.5 N HCl หรือสารรีเจนเนอเรนต์ชนิดอื่นๆ ปริมาตรประมาณ 2 - 3 bed volumes ของเรซิน

2.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)

จากงานวิจัยในช่วงปี 2531-2541 มีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะหนักต่าง ๆ (เช่น ตะกั่ว นิกเกิล แคดเมียม เหล็ก โครเมียม และปรอท) เช่น ไคโตแซน ถ่านกัมมันต์ ถ่านกรอง เส้นผม ขี้เถ้าลิกไนต์ ขี้เถ้าลอย ปูนซีเมนต์ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ขุยมะพร้าว เป็นต้น มาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักอยู่

วรารพร (2541) ได้ทดลองใช้ไคโตแซนเพื่อกักจับตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ผลจากการทดลองพบว่าไคโตแซนสามารถลดระดับของตะกั่วในน้ำได้ ค่า pH ที่เหมาะสมในการจับ

ตะกั่วของโคโคแซนคือที่ pH 6 และ 7 ประสิทธิภาพในการดักจับตะกั่วจะสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโคโคแซนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าโคโคแซนจะมีประสิทธิภาพในการดักจับตะกั่วได้ดีกว่าสารละลายโคโคแซน แต่เมื่อนำโคโคแซนผงมาใช้กับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าใช้กับน้ำเสียสังเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจากมีไอออนโลหะอื่นที่สามารถจับโคโคแซนได้ละลายปนอยู่ด้วย

จันทร์นา (2539) ทำการศึกษาการกำจัดโลหะหนัก 3 ชนิด (นิกเกิล แคดเมียม ตะกั่ว) ในน้ำโดยใช้ขี้เถ้าลอย (Fly ash) ซึ่งเป็นสารดูดซับที่ราคาถูก พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับ pH เวลา และความเข้มข้นเริ่มต้น โดยค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับกำจัดโลหะหนัก พบว่ามีค่าเท่ากันทั้ง 3 ชนิด คือเท่ากับ 10 แต่ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของโลหะหนัก นิกเกิล แคดเมียม และตะกั่ว จะแตกต่างกัน กล่าวคือเท่ากับ 40, 10 และ 40 มก./ล. และ 10, 30 และ 5 นาที โดยให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเท่ากับ 99.52, 99.12 และ 99.55 % ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดจะลดลงเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นลดลง นอกจากนี้เมื่อทำการทดสอบการชะละลายของโลหะที่ถูกดูดซับในขี้เถ้าลอย พบว่าโลหะหนักถูกชะละลายออกมาในปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ฉวีพันธ์ (2539) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดตะกั่วและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากโรงงานประกอบรถยนต์โดยใช้ขี้เถ้าเป็นตัวดูดซับ พบว่าขี้เถ้าเมื่อถูกปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์และกรดซัลฟูริก แล้วสามารถดูดซับตะกั่วและนิกเกิลจากน้ำเสียได้ โดยประสิทธิภาพในการดูดซับขึ้นกับความเข้มข้นของตะกั่วและนิกเกิล เมื่อความเข้มข้นของตะกั่วและนิกเกิลเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการดูดซับจะลดลง ขี้เถ้าปรับสภาพจะให้ประสิทธิภาพสูงสุดกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่ว 20 มก./ล. และนิกเกิล 2 มก./ล. โดยสามารถกำจัดตะกั่วและนิกเกิลได้ 99.91 และ 72.59% ตามลำดับ แต่เมื่อนำน้ำเสียจากโรงงานประกอบรถยนต์ซึ่งมีตะกั่ว 18.35 มก./ล. และนิกเกิล 2.025 มก./ล. มาทดลอง พบว่าให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตะกั่วและนิกเกิล ได้เพียง 72.21 และ 54.08% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าน้ำเสียสังเคราะห์มาก นอกจากนี้ยังได้ทดลองปรับสภาพขี้เถ้าด้วย 0.5 N HCl แล้วนำขี้เถ้าปรับสภาพมาทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานประกอบรถยนต์ พบว่าให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตะกั่วและนิกเกิล ได้เพียง 70.16 และ 53.83% ตามลำดับ

ประกฤต (2539) ได้ศึกษาการกำจัดตะกั่วและปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยขี้เถ้า ฟางข้าว และขุยมะพร้าว พบว่า การกำจัดไอออนของตะกั่ว (Pb^{2+}) และไอออนของปรอท (Hg^{2+}) ซึ่งเป็นการศึกษาแบบทีละเท (batch studies) พบว่าในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของตะกั่วและปรอท 50 ส่วนในล้านส่วน เมื่อใช้ขุยมะพร้าว ปริมาณ 0.2 กรัม จะสามารถกำจัดไอออนของตะกั่วและไอออนของปรอทได้ 80 และ 78% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลกับการใช้ขี้เถ้าและฟางข้าว ขุยมะพร้าวจะสามารถกำจัดไอออนของโลหะหนักได้ดีกว่า เมื่อนำขุยมะพร้าว ขี้เถ้าและฟางข้าวมาทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานแบตเตอรี่ที่มีความเข้มข้นของตะกั่ว 0.3-0.7 ส่วนในล้านส่วน พบว่า ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าและฟางข้าว สามารถกำจัดไอออนของตะกั่วได้เกือบ 100%

อริชัย (2539) ทำการศึกษาวิธีการกำจัดปรอทและโครเมียมจากน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบอนุที่ผ่านบ่อเพคัลเทพิฟ โดยใช้ถ่านกัมมันต์ A, B และ C รวม 3 ชนิด ในการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ตอนแรกเป็นการทดลองแบบเบคท์โดยได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการศึกษาของถ่านกัมมันต์ คือ pH เวลาสัมผัส ความเข้มข้นของโลหะหนัก และไอโซเทอมของถ่านกัมมันต์ ผลจากการทดลองพบว่า

สภาวะที่ดีที่สุดในการกำจัดปรอทและโครเมียมในน้ำเสียทั้ง 2 ชนิด เมื่อใช้ความเข้มข้นของปรอทและโครเมียมเท่ากับ 5.0 มก./ล.เท่ากับ คือ ที่ pH 2-4 เป็นช่วงที่กำจัดได้ดีที่สุด โดยในน้ำเสียสังเคราะห์สามารถกำจัดโครเมียมได้ประมาณ 72, 64, และ 39% และกำจัดปรอทได้ประมาณ 66, 61, และ 55% เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ A, B และ C ตามลำดับ และในน้ำชะมูลฝอยกำจัดโครเมียมได้ประมาณ 86, 78 และ 62% และกำจัดปรอทได้ประมาณ 88, 83 และ 67% เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ A, B และ C ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบว่า เวลาสัมผัสการดูดติดผิวของโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว (>50%)ภายในเวลาสัมผัส 5 นาที โดยเวลาสัมผัสที่เหมาะสมคือ 15 นาที และเมื่อความเข้มข้นของโลหะหนักเพิ่มขึ้นความสามารถในการกำจัดโลหะหนักของถ่านกัมมันต์จะลดลง ในส่วนของไอโซเทอมพบว่าถ่านกัมมันต์ A มีขีดความสามารถในการกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุดในตอนที่สองเป็นการทดลองแบบต่อเนื่อง พบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดโลหะหนักในน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบอ่อนนุชจะสูงกว่าในน้ำเสียสังเคราะห์โดยมีประสิทธิภาพรวมประมาณ 90 และ 70%ตามลำดับ และในการมีของน้ำชะมูลฝอยมีข้อดีคือช่วยกำจัด COD และสีได้แต่ก็มีข้อเสียคือมีปัญหาจากการอุดตันของชั้นถ่านกัมมันต์เนื่องจากในน้ำชะมูลฝอยมีปริมาณสารแขวนลอยอยู่มาก

อริยญา (2539) ได้ศึกษาการลดปริมาณสารปรอทในน้ำเสียโดยใช้เส้นผม น้ำเสียที่ใช้เตรียมจากน้ำเสียโรงงานย้อมผ้าซึ่งผ่านกระบวนการบำบัดทางเคมีแล้ว นำมาเติมสารปรอทให้มีความเข้มข้นประมาณ 30 มก./ล. และปรับ pH เท่ากับ 7 เตรียมเส้นผมโดยอบที่ 80° C 1 ชั่วโมง ทำการศึกษาตัวแปร ความสูงของชั้นเส้นผมและอัตราการไหลของน้ำเสียผ่านชั้นเส้นผมอย่างต่อเนื่อง ผลการศึกษาพบว่าเส้นผมสามารถดูดซับปรอทจากน้ำเสียได้ ประสิทธิภาพการกำจัดปรอทจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสูงของชั้นเส้นผมเพิ่มมากขึ้น และเมื่ออัตราการไหลของน้ำเสียเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพจะลดลง เส้นผมที่ระดับความสูง 60 ซม.และอัตราการไหลของน้ำเสีย 10 มล./นาที มีประสิทธิภาพในการกำจัดปรอทได้สูงสุด คือ 99.53%

ทรงศักดิ์ (2538) ทำการทดลองนำซีเมนต์ถ่านลิโนต์ซึ่งเป็นของเสียจากโรงไฟฟ้าแม่มาะมาใช้ในการกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียของโรงงานแบตเตอรี่ โดยได้ศึกษาถึงปัจจัยที่จะมีผลต่อการกำจัดตะกั่ว ได้แก่ ความเข้มข้นของตะกั่ว อัตราส่วนโดยน้ำหนักของซีเมนต์ถ่านลิโนต์ต่อน้ำเสีย และระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ผลจากการศึกษาพบว่าซีเมนต์ถ่านลิโนต์สามารถกำจัดสารตะกั่วในน้ำเสียของโรงงานแบตเตอรี่ได้ถึงร้อยละ 99.29 เมื่อใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักซีเมนต์ถ่านลิโนต์ต่อน้ำเสียเท่ากับ 1:125 โดยน้ำเสียที่นำมาทดลองมีความเข้มข้นของตะกั่ว 30 มก./ล. ได้น้ำทิ้งที่มีตะกั่วลดลงเหลือ 0.2 มก./ล. เมื่อระยะเวลาเก็บกักตั้งแต่ 2 ชั่วโมงขึ้นไป

อัจฉรา (2531) ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพทางเคมีโดยการตกตะกอนด้วยปูนขาวมาแล้วของโรงงานผลิตแบตเตอรี่โดยการใช้ถ่านกรองรวม 3 ชนิด คือ ถ่านจากกะลามะพร้าว ถ่านไม้โกงกาง และถ่านไม้กะบก ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ขนาดของเม็ดถ่าน (0.35, 0.45 และ 0.55 มม.) และความหนาของชั้นกรอง (60 และ 90 มม.) ผลจากการศึกษาพบว่าถ่านไม้ที่นำมาทดลองทั้ง 3 ชนิดสามารถลดปริมาณตะกั่วได้มากกว่า 90% โดยถ่านไม้ขนาด 0.35 มม. ให้ประสิทธิภาพสูงสุด 98.19% ส่วนถ่านไม้ขนาด 0.45 และ 0.55 มม. ให้ประสิทธิภาพ 97.67 และ 97.06% ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปริมาณตะกั่วของถ่านไม้ทั้ง 3 ชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($\alpha=0.05$) แต่ในส่วนความหนาของชั้นกรองพบว่าเครื่องกรองที่มีความหนามากกว่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติที่ระดับ ($\alpha=0.05$) และเมื่อทำการศึกษายูใช้งานในการกรองของถ่านไม้ขนาด 0.35 มม. พบว่า จำเป็นต้องเปลี่ยนหลังจากใช้งานนาน 144 ชั่วโมง สำหรับคุณภาพของน้ำที่ผ่านการกรองพบว่ามีความเข้มข้นของตะกั่วต่ำกว่าทั้งมาตรฐานน้ำทิ้ง (0.2 มก./ล.) และมาตรฐานน้ำดื่ม (0.05 มก./ล.)

2.4 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีอื่น ๆ

จากงานวิจัยในช่วงปี 2527-2540 มีงานวิจัยที่ใช้กระบวนการอื่นในการกำจัดโลหะหนัก เช่น การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Thiobacillus Ferrooxidans* เพื่อสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักและสกัดโลหะทองแดง นิกเกิล และสังกะสี ออกจากตะกอนซัลไฟด์ การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียด้วยระบบ Activated Sludge

ขวัญเรือน (2540) และบริบูรณ์ (2537) ได้ทำการศึกษากำไรใช้เชื้อ *Thiobacillus Ferrooxidans* เพื่อสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนัก และสกัดโลหะทองแดง นิกเกิล และสังกะสี ออกจากกากตะกอนซัลไฟด์ตามลำดับ โดยบริบูรณ์ (2537) ซึ่งได้ศึกษาการสกัดโลหะหนักออกจากกากตะกอนซัลไฟด์สังเคราะห์ CuS , NiS และ ZnS ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 มก./ล. ได้ทำการทดลองแบบต่อเนื่องในถังปฏิกรณ์ขนาด 15 ลิตร ผลการทดลองพบว่า ปริมาณโลหะหนักถูกสกัดออกมาได้ดีที่ pH ในช่วง 2.2-2.5 และระยะเวลาเก็บกัก 4 วัน โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของโลหะซัลไฟด์ 200 และ 400 มก./ล. แบคทีเรียสามารถสกัด Cu, Ni และ Zn ได้ 100, 100, 55% และ 86.58, 80.10, 65.94% ตามลำดับ ส่วนขวัญเรือน (2540) ได้ศึกษาประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ชนิดของแบคทีเรีย ช่วงเวลาเลี้ยงเชื้อ แบคทีเรีย ปริมาณเฟอร์รัสไอออน การปรับสภาพเชื้อแบคทีเรีย และปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก โดยกากตะกอนโลหะหนักที่ใช้เป็นกากตะกอนจากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของกระบวนการชุบนิกเกิล โดยในกากตะกอนมีนิกเกิล 48.81% อยู่ในรูปนิกเกิลไฮดรอกไซด์และมี pH ประมาณ 7.89 ผลการทดลองพบว่า *T.ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans* ATCC 8085 และเชื้อผสมระหว่าง *T.ferrooxidans* กับ *T.thiooxidans* มีประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ปริมาณ 400 มก./ล. ได้ต่างกัน คือ 82, 99 และ 86% ตามลำดับ การเติมกากตะกอนโลหะหนักลงในระบบหลังจากแบคทีเรียเจริญเต็มที่ จะทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักสูงขึ้น โดย *T.ferrooxidans* เพิ่มขึ้น 19% และโดย *T.thiooxidans* เพิ่มขึ้น 5 % การปรับสภาพ *T.ferrooxidans* ให้ทนต่อกากตะกอนโลหะหนัก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดนิกเกิลให้สูงขึ้น 17% จากการทดลองหาประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักโดย *T.ferrooxidans* ที่ปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก 0.2, 0.4, 0.8, 1, 5 และ 8 ก./ล. คือ 97, 94, 99, 85, 80 และ 82 % ตามลำดับ และการทดลองสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักในระบบถังปฏิกรณ์แบบที่ละเทที่ปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก 800 มก./ล. ในเวลา 14 วัน *T.ferrooxidans* สามารถสกัดนิกเกิลได้ 90 %

สุทธธีรภัฏ และบุญจง (2527) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียโดยใช้ระบบ Activated Sludge ในการทดลองนี้ใช้แบบจำลองระบบ Activated Sludge เพื่อบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่วความเข้มข้น 1.02, 4.28 และ 10.63 มก./ล. ที่อายุตะกอน 3-20 วัน พบว่า ระบบ Activated Sludge ให้ประสิทธิภาพในการลดปริมาณตะกั่ว ได้

ตั้งแต่ 85-100% โดยขึ้นอยู่กับอายุตะกอนของระบบ น้ำเสียที่มีตะกั่วความเข้มข้น <10 มก./ล. จะไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ และการเกิดไนตริฟิเคชันของระบบ

3. อุตสาหกรรมฟอกย้อม

อุตสาหกรรมฟอกย้อมจัดเป็นอุตสาหกรรมขั้นกลางของอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบ โดยทำหน้าที่เปลี่ยนวัสดุสิ่งทอในรูปที่ยังเป็นวัตถุดิบซึ่งได้แก่ เส้นด้ายดิบหรือผ้าดิบ ให้เป็นวัสดุสำเร็จรูปที่ผู้บริโภคนำไปใช้ได้โดยตรงหรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมขั้นปลายก็ได้ (สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน 2542) สำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกย้อมส่วนใหญ่เป็นกระบวนการทางเคมีเพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของเส้นใยโดยใช้สารเคมีและสีย้อมที่เหมาะสมซึ่งอาศัยน้ำเป็นตัวกลาง อุตสาหกรรมฟอกย้อมเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำมาก กระบวนการผลิตที่สำคัญๆของอุตสาหกรรมประเภทนี้มี 3 กระบวนการ (สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน 2542) ดังนี้

- ก. การเตรียมผ้า (Preparation) เป็นการเตรียมเส้นด้ายหรือผ้าให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะนำไปย้อมสีหรือตกแต่งสำเร็จได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ขจัดสิ่งสกปรกที่เจือปนในเส้นใย ทำให้เส้นใยมีการดูดซึมน้ำได้ดี ช่วยให้การย้อม พิมพ์ หรือตกแต่งสำเร็จ ในขั้นตอนต่อไปได้ผลดีตามความต้องการ ทำให้เส้นใยดูดดิสและสารเคมีได้มากขึ้น ทำให้เส้นใยมีความคงรูป
- ข. การย้อมสี (Textile Dyeing) เป็นวิธีการที่ทำให้สารประกอบเคมีที่ละลายเป็นสารละลายหรือกระจายอยู่ในสารละลาย (Dispersion) ไปเกิดสีบนวัสดุที่จะย้อมอย่างถาวร สีที่ใช้ย้อมมีหลายชนิดสามารถจำแนกตามลักษณะการนำไปใช้งานได้ดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน 2542)
 - สีไคเร็กต์ (Direct Dyes)
 - สีเบสิก (Basic Dyes)
 - สีซัลเฟอร์ (Sulfur Dyes)
 - สีอะโซอิก (Azoic Dyes)
 - สีแว้ท (Vat Dyes)
 - สีรีแอคทีฟ (Reactive Dyes)
 - สีแอซิด (Acid Dyes)
 - สีเมทัลลิกคอมเพล็กซ์ (Metallic Complex Dyes)
 - สีมอร์แดนท์ (Mordant Dyes)
 - สีดีสเพอร์ส (Disperse Dyes)

- ก. การตกแต่งสำเร็จ (Textile Finishing) เป็นกระบวนการในการตกแต่งสิ่งทอซึ่งกระทำเป็นขั้นตอนสุดท้ายต่อการเตรียมและการให้สีสิ่งทอ เพื่อเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมคุณสมบัติบางอย่างให้กับผลิตภัณฑ์

กระบวนการฟอกย้อมสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท (สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน 2542) ได้แก่

- ก. กระบวนการฟอกย้อมเส้นด้าย
- ข. กระบวนการฟอกย้อมผ้าทอ
- ค. กระบวนการฟอกย้อมผ้าดัด

ในแต่ละกระบวนการจะมีการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และวิธีการที่แตกต่างกัน น้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงมีความแตกต่างกัน น้ำเสียจากการฟอกย้อมจะมีแหล่งกำเนิดในเกือบทุกขั้นตอนของการฟอกย้อม ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมผ้า การให้สี และการตกแต่งสำเร็จ โดยเฉพาะในกระบวนการชำระล้างทำความสะอาดในแต่ละขั้นตอนต้องใช้น้ำในปริมาณที่สูงมาก และสิ่งซึ่งมักพบในน้ำเสียอยู่เสมอๆ ได้แก่ เศษเส้นใย เศษผ้า สารเคมี กรด ด่าง ไขมัน สบู่ สีย้อม และตัวทำละลาย จึงทำให้มีสารมลพิษอยู่ในน้ำเสียในปริมาณค่อนข้างมากและจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ถ้าไม่มีการใช้วิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญๆ จาก 5 แหล่งดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน 2542)

- ก. กระบวนการผลิต ได้แก่ น้ำเสียจากการฟอกย้อมและน้ำเสียจากการซักล้างภายหลังการฟอกย้อม
- ข. หม้อไอน้ำ ผลิตไอน้ำเพื่อให้ความร้อนแก่น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตและในตู้อบไอน้ำ ถ้าไอน้ำที่ใช้ถูกปล่อยให้เย็นลงและกลั่นตัวในหม้อไอน้ำจะได้ไอน้ำที่สะอาดนำกลับไปใช้ใหม่ได้ แต่ถ้าถูกส่งเข้าไปให้ความร้อนแก่สารละลายสีย้อมโดยตรงก็จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของน้ำเสียจากการฟอกย้อม
- ค. น้ำหล่อเย็น ใช้เพื่อลดอุณหภูมิของสารละลายสีย้อมเมื่อต้องการให้อุณหภูมิของสารละลายสีย้อมลดลงอย่างรวดเร็ว น้ำหล่อเย็นนี้ส่วนใหญ่เป็นน้ำสะอาดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ง. น้ำล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงาน ในบางกรณีน้ำเสียในส่วนนี้จะมีความสกปรกที่สูงมาก เช่น น้ำล้างถังเตรียมสีย้อม เป็นต้น
- จ. น้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ เป็นน้ำเสียนอกเหนือจากแหล่งต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว เช่น น้ำเสียของคองงาน เป็นต้น

โดยทั่วไปมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานฟอกย้อม จะประกอบด้วย บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และสี เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทนี้สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

- 3.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemical Coagulation)
- 3.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)
- 3.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีโอโซนเนชัน (Ozonation)
- 3.4 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีเคมีไฟฟ้า (Electrochemical)

3.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบบึงประดิษฐ์

3.6 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีอื่นๆ

3.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemical Coagulation)

Thitipant (2000) ได้ทำการทดลองนำน้ำเสียจากกระบวนการเตรียมการซ่อมซึ่งมีความเป็นด่างค่อนข้างสูงและมีการปนเปื้อนมากและมีปริมาณประมาณร้อยละ 16 ของน้ำเสียทั้งหมดของโรงงาน มาทำการบำบัดด้วยสารเร่งการตกตะกอน 3 ชนิด ได้แก่ $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$ และ $Fe_2(SO_4)_3$ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ผลจากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอน ได้แก่ pH เท่ากับ 7 และใช้สารเร่งการตกตะกอน $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$ และ $Fe_2(SO_4)_3$ เท่ากับ 750, 850 และ 620 มก./ล. ตามลำดับ และเมื่อทดลองนำน้ำกลับไปใช้ใหม่โดยใช้กับเครื่อง Rapid Dyer Simulator ผลปรากฏว่าน้ำที่ได้จากการตกตะกอนด้วย $Al_2(SO_4)_3$ มีคุณภาพดีนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนน้ำที่ได้จากการตกตะกอนด้วย $FeSO_4$ และ $Fe_2(SO_4)_3$ ทำให้ผ้ามีสีน้ำตาลของเหล็กออกไซด์ และจากการศึกษาถึงความคุ้มค่าพบว่าวิธีการนี้จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 5 ปี

สุวรรณ (2542) และ วุฒิ (2540) ได้ศึกษาวิธีการในการบำบัดน้ำเสียที่มีสีรีแอกทีฟในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยใช้สารเคมีเฟนตัน (Fenton's Reagent, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์+เหล็ก) โดยวุฒิ (2540) ได้ทำการทดลองกำจัดสีและสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีเฟนตัน โดยได้ศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ดังต่อไปนี้ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 ระดับ (0, 200, 500, 800 และ 1200 มก./ลิตร) อัตราส่วนโดยโมล (R) ระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับเหล็ก 3 ระดับ (5:1, 10:1, 20:1) และเวลาสัมผัส 3 ระดับ (60, 120, 180 นาที) น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมี 4 โทนิส ได้แก่ ดำ ม่วง แดง และน้ำตาลอ่อน และได้ทำการปรับให้น้ำเสียมีค่า COD ประมาณ 600 มก./ลิตร เท่ากันทุกโทนิส ผลการทดลองพบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และอัตราส่วนโดยโมลระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับเหล็กที่ใช้ มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสี โดยปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 200 มก./ลิตร และ R เท่ากับ 5:1 จะเหมาะในการกำจัดโทนิสดำ แดง และน้ำตาลอ่อน ส่วน R เท่ากับ 10:1 จะเหมาะในการกำจัดโทนิสม่วง ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพบว่า 60 นาทีก็เพียงพอแล้วสำหรับประสิทธิภาพที่ได้ในการกำจัดสีทั้ง 4 โทนิสพบว่าสามารถกำจัดสีได้มากกว่า 80 % แต่มีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ต่ำ โดยกำจัด COD ได้เพียง 12 – 42 % เท่านั้น สุวรรณ (2542) ได้ทำการทดลองในดังปฏิกิริยาแบบต่อเนื่อง มีการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเป็น 2 ระดับ คือ 0.50 และ 0.25 ลิตร/นาที ณ ค่า pH เริ่มต้นของน้ำเสียเป็น 3 และทำการทดลองซ้ำโดยปรับค่า pH เริ่มต้นของน้ำเสียเป็น 4 ผลการทดลองพบว่าสภาวะที่สารเคมีเฟนตันให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD และสีรีแอกทีฟสูงสุด คือ สภาวะที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียที่ 0.5 ลิตร/นาที ซึ่งจะมีระยะเวลาการสัมผัสสารเคมีเฟนตันในการกวนช้า 20 นาที และ ณ ค่า pH เริ่มต้นของน้ำเสียเท่ากับ 4 โดยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีรีแอกทีฟ และ COD เท่ากับ 90.19 และ 65.18 % ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้นี้สูงกว่าที่ได้จากการศึกษาของวุฒิ (2540)

กวยพร (2540) ได้ทำการทดลองกำจัดสีในน้ำเสียจากน้ำย้อมสิ่งทอโดยใช้สารเคมีรวม 4 ประเภท ได้แก่ สารช่วยทำให้เกิดฟล็อก สารส้ม แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และถ่านกัมมันต์ ผลจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสม

สมที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย 40 ลิตร ต้องใช้สารช่วยทำให้เกิดฟล็อก 160 กรัม สารละลายสารส้ม 2 % 320 มล. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 2 % 520 มล. และถ่านกัมมันต์ 320 กรัม โดย pH น้ำเสียเท่ากับ 7

ปวีณา (2539) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดสีจากการฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีการออกซิเดชัน-รีดักชัน โดยใช้สารออกซิไดซ์ คือ เฟนทอนรีเอเจนต์ (สารผสมของ H_2O_2 และ $FeSO_4$) และสารรีดิวซ์ คือ $Na_2S_2O_4$ การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรก ได้ศึกษาผลของ pH และปริมาณสารที่ใช้กำจัดสี ที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีโดยทดลองกับสีสังเคราะห์ 4 ประเภท คือ ไคเรคท์ รีแอคทีฟ แอซิด และเบสิก โดยใช้ที่ความเข้มข้น 20 ppm ผลการกำจัดสีของน้ำสีสังเคราะห์โดยใช้ $Na_2S_2O_4$ พบว่าให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีอยู่ในช่วงระหว่าง 91.4 – 99.5% ส่วนเฟนทอนรีเอเจนต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีอยู่ในช่วงระหว่าง 87.0 – 99.0% ในขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาผลของ pH ปริมาณสารที่ใช้กำจัดสี และระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ต่อประสิทธิภาพในการลดสี และ COD ของน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมที่ผ่านกระบวนการตะกอนเร่งมาแล้ว โดยน้ำทิ้งนี้มี pH 8.0-8.6, COD 113-200 ppm และมีความเข้มข้น 572-863 ADMI ผลจากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดโดย $Na_2S_2O_4$ ได้แก่ pH 4-5 ระยะเวลาในการ กวนช้า 20 นาที ตกตะกอน 30 นาที ปริมาณ $Na_2S_2O_4$ ที่เหมาะสม 60-80 ppm มีประสิทธิภาพในการกำจัดสี 65.6-79.8% และลด COD ได้ 42.4-49.8% โดยจะเสียค่าสารเคมีประมาณ 8.55-10.66 บาท/ลบ.ม. ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดโดยเฟนทอนรีเอเจนต์ ได้แก่ pH 4.0 ระยะเวลาในการ กวนช้า 20 นาที ตกตะกอน 20 นาที ปริมาณ $FeSO_4$ และ H_2O_2 ที่เหมาะสม คือ 110-185 ppm และ 18.8-36.0 ppm ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ 82.5-94.4% และลด COD ได้ 36.8-61.1% โดยจะเสียค่าสารเคมีประมาณ 5.94-9.55 บาท/ลบ.ม. ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการนำเฟนทอนรีเอเจนต์มาใช้ในการกำจัดสีจากการฟอกย้อมสิ่งทอได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนการนำ $Na_2S_2O_4$ มาใช้ในการบำบัดถึงแม้จะให้ประสิทธิภาพในการลดสีสูงกับน้ำสีสังเคราะห์ แต่เมื่อนำมาใช้กับน้ำทิ้งจากโรงงานยังให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ

พิจิต (2539) ได้ศึกษาทดลองกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมผ้าด้วยวิธี Re-dox โดยใช้สารเคมี โซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ โซโครเจนเพอร์ออกไซด์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ และโซเดียมคลอไรท์ น้ำเสียที่ทำการทดลองใช้น้ำย้อมสุดท้ายที่จะปล่อยออกจากเครื่องจักร (โดยเลือกใช้สีย้อมที่มีชื่ออยู่ในโรงงานมาทำการทดลอง ซึ่งมีอยู่ 4 ประเภท ได้แก่ สีย้อมประเภท ดิสเพอร์ส รีแอคทีฟ เอซิด และไคเรคท์) และน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสีย บ่อที่ 1 และบ่อสุดท้าย ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการลดสีของน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อมและชนิดของสารเคมีที่ใช้เป็นสำคัญ โดยโซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ที่ความเข้มข้น 60 มก./ลบ.ดม. และ pH ของน้ำเสียในช่วง 5.0-6.0 จะสามารถลดสีประเภทที่ละลายน้ำได้ในน้ำเสียได้ > 50% ส่วนสีประเภทไม่ละลายน้ำซึ่งได้แก่สีดิสเพอร์สจะใช้ไม่ได้ผล ทั้งนี้จะเสียค่าใช้จ่ายรวมค่าสารเคมีทั้งหมดประมาณ 4.80-7.40 บาท/น้ำเสีย 1 ลบ.ม. โซโครเจนเพอร์ออกไซด์มีประสิทธิภาพในการลดสีต่ำมากจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 153 มก.คลอรีน/ลบ.ดม. และ pH ของน้ำเสียในช่วง 5.0-6.0 สามารถลดสีประเภทที่ละลายน้ำได้ (ยกเว้นสีประเภทไม่ละลายน้ำ) ของน้ำเสียได้ > 75% โดยจะเสียค่าใช้จ่ายรวมค่าสารเคมีทั้งหมดประมาณ 11.15-33.47 บาท/น้ำเสีย 1 ลบ.ม. โซเดียมคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 80-480 มก./ลบ.ม. pH ของน้ำเสียในช่วง 3.0-5.0 สามารถลดสีที่ละลายน้ำได้ (ยกเว้นสีประเภทไม่ละลายน้ำ) ของน้ำเสียได้ > 50% แต่ราคาของสารเคมีค่อนข้างแพงอยู่ในช่วงประมาณ 7.44-45.60 บาท/น้ำเสีย 1 ลบ.ม.

กริสร (2539) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดสีจากน้ำเสียโดยใช้วิธีต่างๆกัน 3 วิธี คือ ตกตะกอนด้วยสารส้ม ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ดและซีเถ้าลอย ตกตะกอนด้วยสารส้มร่วมกับการใช้สารดูดซับ โดยได้เริ่มทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งใช้สีที่ละลายน้ำได้ 4 ประเภท ได้แก่ สีอะซิติก สีโคเร็กซ์ สีรีแอคทีฟ และสีเบสิก โดยสีอะซิติก สีโคเร็กซ์และสีรีแอคทีฟจะมีประจุลบ ส่วนสีเบสิกจะมีประจุบวก ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของสารส้มในการกำจัดสีในกลุ่มสีที่มีประจุลบได้มากกว่าร้อยละ 80 ยกเว้นสีรีแอคทีฟที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเพียงร้อยละ 11 แต่เมื่อมีการใช้สารลดสีชนิด Colfloc RD ร่วมกับสารส้มสามารถกำจัดสีรีแอคทีฟได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 88 ส่วนสีเบสิกซึ่งมีประจุบวกสารส้มกำจัดได้น้อยมาก เมื่อนำสารส้มไปใช้ในการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมพบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ร้อยละ 67.7 – 72.8 และลด COD ได้ร้อยละ 56.0 – 65.1 แต่เมื่อใช้สารส้มร่วมกับ Colfloc RD พบว่าทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยสามารถกำจัดสีได้ร้อยละ 86.0 – 93.0 และลด COD ได้ร้อยละ 65.0 – 74.0 ในกรณีการกำจัดสีโดยใช้ถ่านกัมมันต์และใช้สารส้มร่วมกับถ่านกัมมันต์พบว่าประสิทธิภาพที่ได้ไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ส่วนการใช้ซีเถ้าลอยสามารถใช้กำจัดสีได้มากแต่การใช้สารส้มร่วมกับซีเถ้าลอยไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีให้สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว

จารุทัศน์ (2537) ได้ทำการศึกษาหาวิธีการกำจัดสีด้วยสารตกตะกอนชนิดต่างๆ ได้แก่ เพอร์คลอไรด์ เพอร์ซัลเฟต สารส้ม โพลีอูมิเนียมคลอไรด์ และเบนโทไนท์ โดยเริ่มทดลองหาประสิทธิภาพในการตกตะกอนสีจากน้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งเตรียมจากสีย้อมผ้าประเภทต่างๆ ดังนี้ สีรีแอคทีฟ สีอะซิติก สีเบสิก สีโคเร็กซ์ สีแวท และสีดิสเพิร์ส ผลจากการทดลองพบว่าเพอร์ซัลเฟตจะตกตะกอนสีรีแอคทีฟ สีอะซิติก สีเบสิก และสีแวทได้ดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพในการตกตะกอนสีประมาณ 77 – 99 % และลด COD ได้ประมาณ 60 – 93 % ส่วนโพลีอูมิเนียมคลอไรด์จะตกตะกอนสีโคเร็กซ์ได้ดีที่สุดโดยตกตะกอนสีได้ประมาณ 98 % และลด COD ได้ประมาณ 83 % และสารส้มตกตะกอนสีดิสเพิร์สได้ดีที่สุดโดยตกตะกอนสีได้ประมาณ 99 % และลด COD ได้ประมาณ 70 – 84 % จากนั้นก็ทำการทดลองตกตะกอนสีในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง โดยพิจารณาประสิทธิภาพในการตกตะกอนสีจากความสามารถในการลดค่า COD พบว่าเพอร์ซัลเฟตสามารถลดค่า COD ได้มากที่สุดคือ 65.71 % และยังสามารถลดค่า BOD ได้ 80.65 %

วิมลโรจน์ (2537) ศึกษากระบวนการกำจัดสีย้อมโดยใช้สมบัติการดูดซับของแร่ดินที่หาได้ภายในประเทศ ได้แก่ แร่ดินเบนโทไนท์และเคโอลินไท์ โดยทดลองใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอนเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อม ใช้สารละลายสีย้อมมาตรฐาน 6 ชนิดที่เตรียมขึ้นในห้องทดลองและตัวอย่างน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทออีก 5 ตัวอย่าง ในการทดลองนี้น้ำสีย้อมมาทำการทดลอง 3 ประเภท ได้แก่ คีสมิซ, โคเร็กซ์ และรีแอคทีฟ ประเภทละ 2 โทนสี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน โดยทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้คือ อิทธิพลของค่า pH ที่มีต่อสารละลายสีย้อมมาตรฐาน สารที่ใช้ตกตะกอนและปริมาณที่เหมาะสมของสารตกตะกอน แร่ดิน และชนิดของสารตกตะกอนร่วมที่เหมาะสมกับแร่ดิน จากผลการทดลองพบว่าสารที่ใช้ตกตะกอนที่ตกตะกอนได้ดีที่สุดเมื่อปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ได้แก่ อะลัม ส่วนแร่ดินที่ดูดซับได้ดีที่สุด ได้แก่ แร่ดินเบนโทไนท์ และพบว่า ค่า pH ไม่มีผลต่อการดูดซับของแร่ดิน

ขงบุษ (2536) ได้ทดลองนำตะกอนสารส้มจากโรงงานผลิตน้ำประปามาใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียด้านตะกอนแขวนลอย COD และสีจากโรงงานอุตสาหกรรมย้อมผ้า จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารส้มอิสระใน

ตะกอนสารส้มจากถังตกตะกอนของระบบผลิตน้ำประปาเล็กน้อย โดยมีเพียง 0.21 – 0.95 มก./ลิตร ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ต้องเติมกรดกำมะถันเข้มข้นลงไปเพื่อดึงสารส้มที่เกาะอยู่กับตะกอนออกมาให้มากขึ้น ทำให้มีปริมาณสารส้มอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 155 – 630 มก./ลิตร สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียได้ ผลจากการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมย้อมผ้า พบว่า pH ของน้ำเสียก่อนการปรับปรุงและชนิดของสารส้มที่ใช้มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดตะกอนแขวนลอยในน้ำเสีย โดยสรุปมีความเป็นไปได้ที่จะใช้สารส้มจากตะกอนสารส้มเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมย้อมผ้าแต่ประสิทธิภาพจะดีน้อยกว่าการใช้สารส้มบริสุทธิ์

Krongthamchat (1992) และ ธงชัยและกาญจนา (2535) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดสีในน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยการตกตะกอนด้วยโพลีออลูมิเนียมคลอไรด์ ตัวแปรที่ทำการศึกษได้แก่ pH ปริมาณโพลีออลูมิเนียมคลอไรด์ และปริมาณโพลีเมอร์ ส่วนน้ำเสียที่นำมาทดลองมี 4 ประเภท ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากสีย้อมประเภท รีแอคทีฟ แอซิด ไคเร็กซ์ และดิสเพิร์ส ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำเสียขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อม โดยสีย้อมที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งได้แก่ ดิสเพิร์ส จะกำจัดได้ง่าย แต่สีที่ละลายน้ำได้ดี ซึ่งได้แก่ สิริแอคทีฟ แอซิด และไคเร็กซ์ จะกำจัดได้ยาก นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำเสียยังขึ้นอยู่กับชนิดของโตนสีและ pH ด้วย เมื่อใช้โพลีออลูมิเนียมคลอไรด์ ในปริมาณต่าง ๆ กันที่เหมาะสมกับสีแต่ละประเภทร่วมกับโพลีเมอร์ พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดสิริแอคทีฟ แอซิด ไคเร็กซ์ และดิสเพิร์ส ได้ 0.31 – 59.7, 8.2 – 84.5, 7.6 – 81.9, 63.8 – 96.1 % ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดีและเอสเอสของน้ำเสียที่มีสีประเภทต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ต่ำเช่นเดียวกัน โดยอยู่ในช่วงประมาณ 8.7 – 61 และ 3.8 – 41 % ตามลำดับ ยกเว้นสีประเภทดิสเพิร์สที่พบว่าประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดีและเอสเอสสูงกว่า คือ 54 – 95 และ 57 – 98 % ตามลำดับ ผลของการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้โพลีออลูมิเนียมคลอไรด์เพื่อกำจัดสีในน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้ายังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่พอใจ และราคาก็สูงเกินไปไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ธงชัย (2527) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าโดยการตกตะกอนด้วยสารเคมี ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว และแมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮดรอกไซด์ (MCHB) โดยทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ 8 ประเภท คือ สีย้อมไคเร็กซ์ แร่รีแอคทีฟ ซัลเฟอร์ อะโซอิก เมทิลิก แอซิด และเบสิก ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับประเภทของสีย้อม โตนสี และสารที่ใช้ในการตกตะกอน โดยสารส้มสามารถกำจัดสีได้มากกว่า 70 % กับทุกประเภทของสีย้อมยกเว้นสีย้อมรีแอคทีฟซึ่งกำจัดแทบไม่ได้เลย ปูนขาวมีประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียต่ำ จึงไม่เหมาะในการนำไปใช้งาน ส่วน MCHB สามารถกำจัดสีได้ในช่วง 45 – 98 % นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้กำจัดสีย้อมรีแอคทีฟได้ด้วย

3.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีดูดซับ (Adsorption)

กมลรัตน์ (2539) ทำการศึกษาผลของการใช้ผงถ่านกัมมันต์ที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบแยกทิวเด็คสตัค โดยใช้น้ำเสียจากโรงฟอกย้อมผ้าและผ้าฝ้ายซึ่งส่วนใหญ่มีสีรีแอกทีฟอยู่ น้ำเสียนี้มีค่าซีไอดีในช่วง 229-280 มก./ล. และมีค่าสีอยู่ในช่วง 89-122 Su. จากการทดลองพบว่า เมื่อเติมผงถ่านกัมมันต์ที่มีความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 150 และ 215 มก./ล. ลงในระบบแยกทิวเด็คสตัคที่มีระยะเวลาพักน้ำเท่ากับ 1 วันและค่าอายุตะกอน เท่ากับ 7 วัน จะมีค่า MLSS เฉลี่ยในถังเติมอากาศเท่ากับ 374, 527, 699, 1090, 1506 และ 1729 มก./ล. และมีค่า SVI เฉลี่ยเท่ากับ 47, 58, 58, 33, 30 และ 33 มก./ล.ตามลำดับ ผลการบำบัดปรากฏว่าน้ำทิ้งมีค่าซีไอดีเฉลี่ยเท่ากับ 72, 60, 60, 58, 53 และ 39 มก./ล. ตามลำดับ และมีค่าสีเฉลี่ยเท่ากับ 80, 69, 59, 45, 32 และ 35 Su. ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีเฉลี่ย เท่ากับ 70, 74, 74, 79, 81 และ 84% ตามลำดับ และในการกำจัดสีเฉลี่ยเท่ากับ 18, 26, 37, 50, 64 และ 68% ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นว่าผงถ่านกัมมันต์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีได้อย่างชัดเจนและทำให้สัณฐานของระบบแยกทิวเด็คสตัคจกตะกอนได้ดีขึ้น แต่ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีมากนัก ผลจากการทดลองยังพบว่าระบบแยกทิวเด็คสตัคธรรมดาสามารถกำจัดซีไอดีให้ลดต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 120 มก./ล.ได้ แต่กำจัดสีจากประมาณ 100 Su. ได้เหลือประมาณ 80 Su. เท่านั้น แม้ว่าระบบแพคท์ที่ความเข้มข้นผงถ่านกัมมันต์เท่ากับ 200 มก./ล. จะบำบัดสีให้เหลือประมาณ 30 Su.ได้ แต่ก็ต้องเสียค่าผงถ่านกัมมันต์ที่ต้องเติมในระบบแยกทิวเด็คสตัคประมาณ 8 บาท/ม³ ยิ่งไปกว่านั้นสัณฐานที่เกิดขึ้นในระบบแพคท์ยังมีปริมาณมากกว่าสัณฐานในระบบแยกทิวเด็คสตัคถึง 4.5 เท่า

วณัฏฐิ (2539) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของขนาดรูพรุนของถ่านกัมมันต์เม็ดที่แตกต่างกัน 4 ค่าที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีของ 4 ประเภท ได้แก่ สีรีแอกทีฟ สีไครเรคท์ สีอะโซอิก และสิดิสเพิร์ส น้ำเสียที่ใช้ทดลองเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ นำมาผ่านถ่านกัมมันต์เม็ดทั้งในแบบแบบดิสคโดยอาศัยการเขย่าและแบบต่อเนื่องโดยให้ไหลผ่านคอลัมน์สูง 2 เมตรที่บรรจุชั้นถ่านสูง 1 เมตรและใช้อัตราการไหลของน้ำเสีย 5 ปริมาตรเบด/ชม. ผลจากฟรอนตริซไอโซเทอร์มแสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์เม็ดที่มีขนาดรูพรุนใหญ่ที่สุดมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีจะแปรผันตามค่าไอโอไดนิซึมเบอร์และโมลาลิซึมเบอร์ของถ่านกัมมันต์เม็ดที่ใช้ด้วย ส่วนระยะเวลาอิ่มตัวของการดูดซับจะแตกต่างกันไปตามประเภทของสีและโทนสี ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับก็แตกต่างกันไปในสีชนิดแต่ละชนิด ค่าความจุในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้นในสีทุกชนิด ภาวะที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์เม็ดในการกำจัดสีรีแอกทีฟและสีไครเรคท์อยู่ในช่วง 265 – 860 ปริมาตรเบด ส่วนสีอะโซอิกและสิดิสเพิร์สเกิดการดูดซับขณะทดสอบ การใช้ถ่านกัมมันต์เม็ดจึงเหมาะที่จะใช้ในการกำจัดสีรีแอกทีฟและสีไครเรคท์ ไม่เหมาะกับสีอะโซอิกและสิดิสเพิร์ส เพราะเกิดการดูดซับรวมถึงน้ำเสียที่ออกมาก็มีค่าสีสูงด้วย

วิวรรณ (2539) ได้ทำการทดลองใช้ถ่านกัมมันต์ในการบำบัดสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอในการบำบัดขั้นสุดท้าย โดยใช้น้ำถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ดและขี้เลื่อยเป็นสารดูดซับ ขั้นตอนแรกของการทดลองเป็นการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีในสารละลายสังเคราะห์ 4 ประเภท คือ ประเภทสีแอซิด ประเภทสีเบสิก ประเภทสีรีแอกทีฟ และประเภทสีไครเรคท์ ผลการทดลองพบว่าสีที่ถ่านกัมมันต์ดูดซับได้ดีที่สุด ได้แก่ สีประเภทเบสิก รอง

ลงมาคือ สีไคเร็กซ์ สิริแอคทีฟ และสีแอซิด ตามลำดับ ส่วนสีที่ขี้เลื่อยดูดซับได้ดีที่สุด ได้แก่ สีประเภทเบสิก รองลงมาคือ สีแอซิด สีไคเร็กซ์ และสิริแอคทีฟ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับสีระหว่างถ่านกัมมันต์และขี้เลื่อยที่มีความสูงเท่ากัน พบว่าถ่านกัมมันต์ดูดซับสีประเภทรีแอคทีฟและไคเร็กซ์ได้ดีกว่าขี้เลื่อย สีประเภทเบสิกได้พอกับขี้เลื่อย และสีประเภทแอซิดได้น้อยกว่าขี้เลื่อย ขึ้นต่อไปเป็นการทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีและลดค่าซีไอดีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับสีจะแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของสีขี้ยมและองค์ประกอบอื่นๆในน้ำเสียแต่ละตัวอย่าง และถ่านกัมมันต์จะให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสีและลดค่าซีไอดีได้ใกล้เคียงกับขี้เลื่อย ด้านเทียบค่าการดูดซับสีและลดค่าซีไอดีต่อหน่วยน้ำหนักจะพบว่าขี้เลื่อยมีประสิทธิภาพสูงกว่าและราคาก็ถูกกว่ามาก แต่ขี้เลื่อยก็มีข้อเสีย เนื่องจากน้ำเสียจะชะเอาสีจากขี้เลื่อยออกมาด้วย ดังนั้นถ้าจะนำขี้เลื่อยมาใช้งานควรจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพเสียก่อน เมื่อเปรียบเทียบผลของการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกับสารละลายสังเคราะห์พบว่าแตกต่างกันมาก โดยประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอจะต่ำกว่ามาก ทั้งนี้เนื่องจากในสารละลายสังเคราะห์เป็นสีเดี่ยวๆ แต่ในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมเป็นสีหลายชนิดผสมกันซึ่งจะมีองค์ประกอบและปริมาณที่แตกต่างกัน

อภิชาติ (2539) ได้ศึกษาการใช้กระบวนการร่วมของการดูดซับสีและโคแอกูเลชันในการกำจัดสีขี้ยมรีแอคทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าโดยใช้แอคติเวตเตดคาร์บอนผงและเถ้าลอยจากปล่องควันของโรงผลิตไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์เป็นสารดูดซับสีในกระบวนการดูดซับสี ใช้สารส้มเป็นโคแอกูแลนต์ และใช้โพสิเมอร์เป็นโคแอกูแลนต์ เอด ประเภทของสีขี้ยมที่นำมาใช้ทดลองเป็นสีขี้ยมรีแอคทีฟ 2 โทนสี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสีขี้ยมรีแอคทีฟโดยใช้แอคติเวตเตดคาร์บอนผง จะขึ้นอยู่กับโทนสีของน้ำเสียและปริมาณแอคติเวตเตดคาร์บอนผง กล่าวคือเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการกำจัดสี 95% เท่ากัน กรณีน้ำเสียโทนสีแดงต้องใช้แอคติเวตเตดคาร์บอนผง 800 มก./ล. แต่ถ้าเป็นน้ำเสียโทนสีน้ำเงินต้องใช้ 600 มก./ล. ขณะที่เถ้าลอยนั้นให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไม่แน่นอนขึ้นกับตัวอย่างของเถ้าลอย เนื่องจากลักษณะของเถ้าลอยแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันมาก น้ำส่วนบนที่ได้จากการตกตะกอนด้วยเถ้าลอยและแอคติเวตเตดคาร์บอนผงจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเถ้าลอยสามารถตกตะกอนได้เกือบหมดทำให้น้ำส่วนบนใสมากไม่จำเป็นต้องใช้สารช่วยการตกตะกอนและตะกอนของเถ้าลอยจับตัวกันแน่นมากถ้าทิ้งไว้จะจับตัวกันเป็นซีเมนต์แข็ง ส่วนแอคติเวตเตดคาร์บอนผงนั้นตกตะกอนได้เป็นส่วนใหญ่มีเพียงบางส่วนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำส่วนบนและทำให้น้ำส่วนบนมีสีดำต้องทำการกำจัดด้วยกระบวนการโคแอกูเลชัน โดยการใช้สารส้มเพียง 30 มก./ล. ถ้าใช้มากกว่านี้ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการกำจัด การใช้โพสิเมอร์เดิมร่วมกับสารส้มพบว่าไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเช่นกันและยังจะลดประสิทธิภาพการกำจัดอีกด้วย ดังนั้นการกำจัดสีขี้ยมรีแอคทีฟในน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการร่วมของการดูดซับสีด้วยแอคติเวตเตดคาร์บอนผงและโคแอกูเลชันด้วยสารส้มเท่านั้นที่มีความเป็นไปได้ โดยน้ำเสียโทนสีแดงเสียค่าสารเคมี 36.10 บาท/ลบ.ม. และน้ำเสียโทนสีน้ำเงินเสียค่าสารเคมี 29.30 บาท/ลบ.ม. แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานจริงเพราะเสียค่าใช้จ่ายสูง

อภิสิทธิ์ (2538) ทำการศึกษาการกำจัดสีในน้ำสีสังเคราะห์และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีการดูดซับด้วยขี้เถ้าลอยลิกไนต์ เริ่มจากการทดลองกำจัดสีในน้ำสีสังเคราะห์ที่เตรียมจากสีขี้ยมผ้าประเภท

ต่างๆ ได้แก่ สิดิสเพอร์ส สิโอลิด สิริแอคติฟ สโครเรทท์ สิบเลก สิชลเฟอร์ และสปีกเมนต์ ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. โดยทำการทดลองที่สภาวะ pH 4, 6 และ 8 ปริมาณขี้เถ้าลอย 0.5, 1.0 และ 1.5 กรัม ผลจากการทดลองพบว่าสปีกถูกดูดซับได้ดีที่ pH 4 ได้แก่สปีประเภท สิโอลิด สิริแอคติฟ และสิชลเฟอร์ สปีกถูกดูดซับได้ดีที่ pH 6 ได้แก่ สิดิสเพอร์ส สิริแอคติฟ และสโครเรทท์ และสปีกถูกดูดซับได้ดีทั้งที่ pH 4, 6 และ 8 ได้แก่ สโครเรทท์ สิบเลก และสปีกเมนต์ โดยขี้เถ้าลอยให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสปีในช่วง 50-99% นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อปริมาณขี้เถ้าลอยเพิ่มขึ้นจะมีความสามารถในการกำจัดสปีสูงขึ้น โดยขี้เถ้าลอย 1 กรัมสามารถดูดซับสปีได้ 100-1000 มก. และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสปีสูงขึ้น pH ของน้ำเสียจะลดลงหลังจากผ่านการดูดซับด้วยขี้เถ้าลอยจะมีค่าสูงขึ้นเป็น 10-11 จำเป็นต้องปรับให้อยู่ในช่วง 6-7 ด้วย 0.1 N HCl ซึ่งในขั้นตอนนี้จะสามารถลดความเข้มข้นของสปีได้อีก 4-90% โดยขึ้นอยู่กับประเภทของสปี สำหรับประสิทธิภาพในการลดค่า COD ในทุกสภาวะการทดลองจะอยู่ในช่วง 30-95% เมื่อทำการทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ โดยใช้ น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดขั้นที่สองและเลือกใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยลิทไนต์ 1.0 กรัม ที่อุณหภูมิ 30°C และ 50°C ที่ pH 6.00 พบว่าขี้เถ้าลอยลิทไนต์สามารถลดความเข้มข้นของสปีในน้ำเสียได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นและมีประสิทธิภาพในการลด COD ได้เท่ากับ 20.2 และ 25.1% ที่อุณหภูมิ 30°C และ 50°C ตามลำดับ ค่า pH และสารแขวนลอยของน้ำเสียหลังผ่านการดูดซับแล้วจะมีค่าสูงขึ้น โดยค่า pH อยู่ในช่วง 10.0-11.0 ซึ่งเกินมาตรฐานของคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนดไว้จึงต้องทำการปรับค่า pH ให้อยู่ในเกณฑ์ ส่วนสารแขวนลอยแม้มีค่าสูงขึ้นแต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

วิไลพร (2536) ได้ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอโดยกระบวนการดูดซับด้วยแอคติเวตเต็ดคาร์บอน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ในการกำจัดสปีและซีโอไซด์จากน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมจากสีย้อมผ้าประเภท Reactive สีแดงและสีน้ำเงิน ทำการทดลองโดยให้น้ำเสียผ่านคอลัมน์ที่บรรจุถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ด (Granular Activated Carbon) โดยทำการทดลองที่อัตราการน้ำล้นผิว (Overflow Rate) ต่างๆ กันดังนี้ 1.17, 2.34 และ 4.68 gpm/ft² พบว่าที่อัตราการน้ำล้นผิวต่ำ ประสิทธิภาพในการดูดซับสปีและกำจัดซีโอไซด์มีค่าสูง และอายุการใช้งานของชั้นถ่านกัมมันต์ก็จะนานกว่าการใช้งานที่อัตราการน้ำล้นผิวสูง และเมื่อทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดสปีและซีโอไซด์ที่ความสูงของชั้นถ่านกัมมันต์ต่างๆ กัน (20, 50 และ 80 ซม.) ที่อัตราการน้ำล้นผิว 1.17, 2.34 และ 4.68 gpm/ft² พบว่าที่ความสูง 80 ซม. ประสิทธิภาพในการกำจัดสปี และซีโอไซด์จะสูงกว่าที่ความสูง 50 และ 20 ซม. นอกจากนี้ยังได้นำผลจากการทดลองไปประยุกต์ใช้กับโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของ Bohart และ Adams เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลศาสตร์ (Kinetic Coefficient) ได้แก่ N_0 , K และ D_0 โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาค่าเวลาใช้งานและประสิทธิภาพของระบบได้

3.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีโอโซนเนชัน (Ozonation)

วรารณ (2533) ได้ทำการศึกษาหาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยโอโซน โดยใช้โอโซนเป็นตัวออกซิไดซ์ในปฏิกิริยา ได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียที่ภาวะบรรทุกของน้ำเสีย 3 ระดับก่อนเข้าระบบบำบัด คือ ภาวะบรรทุกที่ 1 ภาวะบรรทุกที่ 2 และภาวะ

บรรทุกที่ 3 โดยใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาของโอโซนเป็น 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการบำบัดสี, COD และ pH จะสูงขึ้น โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดสีได้ 0-85.7, 0-84.9 และ 0-76.3%, บำบัด COD ได้ 0-67.4, 0-65.7 และ 0-53.8%, และบำบัด pH ได้ 0-8.1, 0-7.6 และ 0-10.5% สำหรับน้ำเสียที่ระดับการบรรทุกที่ 1, การบรรทุกที่ 2 และการบรรทุกที่ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาของโอโซนเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ SS เพิ่มขึ้น 0-32.9, 0-31.6 และ 0-27.6% และ BOD เพิ่มขึ้น 0-34.9, 0-38.5 และ 0-21% สำหรับน้ำเสียที่ระดับการบรรทุกที่ 1, การบรรทุกที่ 2 และการบรรทุกที่ 3 ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติพบว่า ทั้ง 3 การบรรทุก เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นโอโซนจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสี, COD และ pH ของน้ำเสียเพิ่มขึ้น แต่จะมีผลทำให้ SS และ BOD ของน้ำเสียเพิ่มขึ้นด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วน TS ของน้ำเสียจะไม่มีเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) แม้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นที่การบรรทุกใดๆ

3.4 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีเคมีไฟฟ้า (Electrochemical)

Wang (1994) ได้ออกแบบ reactor ให้ทำงานได้ทั้ง electrolysis การตกตะกอน และ flotation โดยไม่ต้องเติมสาร flocculent หรือก๊าซใดๆ ในกระบวนการจะใช้ chloride เพื่อผลิต sodium hypochlorite ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่กำจัดสีในน้ำเสียจากการฟอกย้อมได้ ใน reactor จะใช้ bipolar plate electrodes เพื่อให้เกิด mass transfer ได้ดีและและมีอัตราการกำจัดสีได้สูง ได้ทำการศึกษาตัวแปรต่างๆ ได้แก่ จำนวน electrodes, current density, ความเข้มข้นเริ่มต้นของสี, ค่าการนำไฟฟ้า, ผลของการเติม chloride และวัสดุที่ใช้ทำ electrodes (steel และ aluminum plates) ในแบบ batch กับน้ำเสียจากการฟอกย้อมสีรวม 4 ประเภท คือ น้ำเสียที่มี reactive dye, acid dye, disperse dye และ สีสผสม disperse และ vat dye รวมทั้งได้ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมในแบบต่อเนื่อง (continuous mode) ด้วย ผลจากการทดลองบำบัดน้ำเสียซึ่งไม่ได้ผ่านการบำบัดเบื้องต้นมาก่อน พบว่าอัตราการกำจัด reactive dye, disperse dye และ สีสผสมระหว่าง disperse และ vat dye ได้ $> 92\%$ และ acid dye กำจัดได้ 85% โดยวิธีการนี้สามารถกำจัดสีจากประมาณ 7,000 ADMI ให้เหลือเพียง 300 ADMI ได้ และใช้ไฟฟ้าประมาณ 7.5 กิโลวัตต์-ชม./ลบ.ม. ซึ่งสามารถกำจัดสีและ COD ได้ 96% และ 85% ตามลำดับ โดยจะมี SS ในน้ำทิ้งประมาณ 100 มก./ล. ผลที่ได้จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าถ้าเลือกใช้ current density และ อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบที่ดีที่สุด จะทำให้สามารถใช้ระบบของ electroflotation reactor นี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างน้อย

Thammarat (1993) ได้ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีโดยกระบวนการ ozonation และ Electro-chemical โดยใช้โอโซนที่อัตราการไหลและระยะเวลาสัมผัสต่างๆ และใช้กระบวนการ Electro-chemical ที่สภาวะต่างๆ กัน ได้แก่ การศึกษาแบบ batch โดยใช้ voltage คงที่ การศึกษาแบบ batch โดยใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ และการศึกษาแบบต่อเนื่อง (continuous) โดยใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ ผลจากการทดลองพบว่ากระบวนการ Electro-chemical สามารถกำจัดสีในน้ำเสียได้ $> 90\%$ แต่กระบวนการ ozonation กำจัด

สีในน้ำเสียได้เพียงประมาณ 50% เท่านั้น โดยกระบวนการ Electro-chemical จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ 15 แอมแปร์ เมื่อทำการศึกษาแบบต่อเนื่อง (continuous) โดยใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ พบว่ายังสามารถกำจัดสีในน้ำเสียได้ > 90% ดังนั้นจะเห็นว่ากระบวนการ Electro-chemical น่าจะเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมถ้าไม่คิดถึงในส่วนของการบำบัด sludge and scum ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ Electro-chemical ส่วนกระบวนการ ozonation จะไม่มี sludge เกิดขึ้น

3.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบบึงประดิษฐ์

มุกดา สุขสมานและคณะ (2532) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาถึงความสามารถและความแตกต่างของประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าย่านรังสิตโดยใช้พืชตัวอย่าง 3 ชนิด คือ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) ธูปฤาษี (*Typha augustifolia* L.) และสาหร่าย (*Najas graminea* Del.) โดยได้เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าไทยเทชินในเขตน่านรังสิตมาทำการทดลองภายในบริเวณห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์หาความต้องการออกซิเจนทางเคมี ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ pH การนำไฟฟ้า ความเข้มข้นของสี ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณฟอสเฟต ปริมาณไนเตรต และน้ำหนักรวมของพืช โดยทำการวิเคราะห์ก่อนการทดลองและในสัปดาห์ต่อมา สัปดาห์ละครั้งจนครบ 8 สัปดาห์ รวม 9 ครั้ง ผลจากการศึกษาพบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างกัน โดยผักตบชวาและสาหร่ายจะสามารถบำบัดได้ในระยะสัปดาห์แรกๆและจะเริ่มตายในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนธูปฤาษีจะมีชีวิตอยู่ได้ตลอดการทดลองนี้คือ ครบ 8 สัปดาห์ ในส่วนของประสิทธิภาพนั้นพบว่า ธูปฤาษีมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดน้ำเสียโดยค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมีและความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่พืชชนิดอีก 2 ชนิดจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเนื่องจากซากที่ตายลงและเน่าเปื่อยในน้ำทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำลง ผลจากการชั่งน้ำหนักพืชเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง พบว่าธูปฤาษีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 12.5 ในขณะที่ผักตบชวาและสาหร่ายมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 57.5 และ 75 ตามลำดับ

3.6 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีอื่นๆ

อำพล (2541) ทำการศึกษาทดลองถึงผลของระยะเวลาแวนแวนโรบิก ความเข้มข้นของสีและชนิดสารอาหารที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ ทีเคเอ็น ฟอสฟอรัสและสี ในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้แบบจำลองแบบเอสบีอาร์ ปริมาตรถัง 16 ลิตร อายุสัปดาห์รวม 8 วัน และเวลาวัฏจักรของระบบ 12 ชั่วโมง ปรับระยะเวลาแวนแวนโรบิก+แวนโรบิกในแต่ละระยะเป็น 0+11 (ระยะแวนโรบิก) 2+9, 4+7 และ 8+3 ชั่วโมง (ตามชุดหลังเป็นระยะแวนแวนโรบิก+แวนโรบิก โดยในช่วงแวนแวนโรบิกมีขึ้นตอนแวนออกซิกเกิดขึ้นก่อนหน้าด้วย) เวลาตกตะกอน 1 ชั่วโมง ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มี ซีไอดี 500 มก./ล. ไนโตรเจน 50 มก./ล. ฟอสฟอรัส 15 มก./ล. (อัตราส่วน 100:10:3) สีที่ใช้ทดสอบคือสีย้อมเคมีฟลอะโซ Remazol Black B ที่ความเข้มข้น 10, 40 และ 80 มก./ล. ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ทั้งของระบบแวนโรบิกและระบบบีฟอาร์ที่มีระยะเวลา

แอนแอโรบิก 2, 4 และ 8 ชั่วโมง ค่อนข้างใกล้เคียงกันกล่าวคือที่สี 10 มก./ล. ลดซีไอดีได้ > 95% สำหรับทั้งสี่กรณี ที่สี 40 มก./ล. ลดซีไอดีได้ > 93% สำหรับชุดแอโรบิกและแอนแอโรบิก 2 และ 4 ชั่วโมง และที่สี 80 มก./ล. ลดซีไอดีได้ 88.6% สำหรับชุดแอนแอโรบิก 4 ชั่วโมง จะเห็นว่าปริมาณสีที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์เพียงเล็กน้อย ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคอื่นที่สี 10 มก./ล. >97% สำหรับทั้งสี่กรณี ที่สี 40 มก./ล. >95% สำหรับชุดแอโรบิกและแอนแอโรบิก 2 และ 4 ชั่วโมง และที่สี 80 มก./ล. เท่ากับ 93.3% สำหรับชุดแอนแอโรบิก 4 ชั่วโมง จึงได้ข้อสรุปเช่นเดียวกับกรณีการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่สี 10 มก./ล. เท่ากับ 59.2, 98.7, 98.7 และ 98.0% ตามลำดับ และที่สี 40 มก./ล. เท่ากับ 58.8, 97.4 และ 99.3% สำหรับชุดแอโรบิกและแอนแอโรบิก 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ และที่สี 80 มก./ล. เท่ากับ 97.4% สำหรับชุดแอโรบิก 4 ชั่วโมง แสดงว่าระบบแอโรบิกกำจัดฟอสฟอรัสได้ไม่ดีนักแต่ยังดีกว่าระบบแอโรบิกปกติ ส่วนระบบอีบีพีอาร์ลดฟอสฟอรัสได้ดี รวมทั้งความเข้มข้นในช่วงที่ทำการศึกษามีผลกระทบต่อจุลชีพเหือโอมากนัก ประสิทธิภาพการกำจัดสีในหน่วยเอสยูที่สี 10 มก./ล. เท่ากับ 18.3, 36.8, 62.8 และ 62.5% ตามลำดับ และที่สี 40 มก./ล. เท่ากับ 14.6, 35.2 และ 52.7% สำหรับชุดแอโรบิกและแอนแอโรบิก 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ และที่สี 80 มก./ล. เท่ากับ 54.5% สำหรับชุดแอนแอโรบิก 4 ชั่วโมง ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดสีในหน่วยเอดีเอ็มไอที่สี 10 มก./ล. เท่ากับ 19.6, 40.9, 59.1 และ 59.6% ตามลำดับ และที่สี 40 มก./ล. เท่ากับ 20.7, 50.3 และ 58.8% สำหรับชุดแอโรบิกและแอนแอโรบิก 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ และที่สี 80 มก./ล. เท่ากับ 52.5% สำหรับชุดแอนแอโรบิก 4 ชั่วโมง

โศภา (2540) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าความเป็นไปได้ของการบำบัดน้ำเสียที่มีสีข้อมริแสดที่ฟด้วยกระบวนการไร้อากาศที่ประกอบด้วยระบบยูเอเอสบี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสร้างกรดและขั้นตอนการสร้างมีเทน มีเวลากักน้ำขั้นตอนละ 12 ชั่วโมง การทดลองแบ่งออกเป็น 5 การทดลอง โดย 3 การทดลองแรกใช้น้ำเสียกิ่งสังเคราะห์ ซึ่งเป็นน้ำเสียสีเข้มจากการต้มครั้งที่ 1 มาเจือจางและเตรียมให้มีความเข้มข้นประมาณ 150 เอสยู โดยใช้น้ำเสียที่ใช้มี 3 โทเนสี คือ สีดำ แดง และน้ำเงิน มีการเติมแป้งมันที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ ในการทดลองที่ 4 จะคล้ายกับ 3 การทดลองแรกแต่ใช้น้ำข้อมสีน้ำเงินสังเคราะห์ทั้งหมด ส่วนการทดลองที่ 5 ใช้น้ำข้อมสีน้ำเงินสังเคราะห์เช่นกัน แต่เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในน้ำเสียที่เตรียมให้เป็น 50 และ 100 เอสยู (โดยใช้ความเข้มข้นแป้งมัน 500 มก./ล.) การทดลองที่ 1 ใช้น้ำข้อมสีดำและเติมแป้งมัน 500 1,000 และ 1,500 มก./ล. พบว่า ประสิทธิภาพการลดสี เท่ากับ 67, 71 และ 69% ตามลำดับ แสดงว่าการเติมแป้งมันในช่วง 500 ถึง 1,500 มก./ล. ไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการลดสีแตกต่างกันมากนัก ดังนั้น ในการทดลองที่ 2 ถึง 4 จึงเปลี่ยนความเข้มข้นแป้งมันที่เติมเป็น 0, 200 และ 500 มก./ล. พบว่าประสิทธิภาพในการลดสีของน้ำข้อมสีแดงในการทดลองที่ 2 เท่ากับ 36, 57 และ 56% ตามลำดับ น้ำข้อมสีน้ำเงินในการทดลองที่ 3 เท่ากับ 48, 52 และ 56% ตามลำดับ และน้ำข้อมสีน้ำเงินสังเคราะห์ในการทดลองที่ 4 เท่ากับ 36, 54 และ 57% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การเติมแป้งมันทำให้ประสิทธิภาพการลดสีเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่เติม ถึงแม้ว่าในการทดลองที่ 3 จะเห็นไม่ชัดเจนนักก็ตาม แต่ก็มีแนวโน้มที่ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเติมแป้งมัน นอกจากนี้ จากทั้ง 4 การทดลอง พบว่า น้ำข้อมสีดำลดสีได้มากที่สุด ทั้งนี้คาดว่าเป็นเพราะสีดำสลายตัวตามธรรมชาติได้ดีกว่าสีอื่น ส่วนการทดลองที่ 5 กับน้ำข้อมสีน้ำเงินสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นในน้ำเสีย 100 และ 50 เอสยู ประสิทธิภาพในการลดสี เท่ากับ 56 และ 63% ตามลำดับ สรุปได้ว่า ระบบไร้อากาศยูเอเอสบี

สามารถลดสีในน้ำเสียได้ กลไกการลดสีคาดว่าสียอมทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการย่อยอาหารของแบคทีเรีย

จินตนา (2539) ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงฟอกย้อมระหว่างกระบวนการเอสบีอาร์แบบธรรมดา กับแบบแอนนออกซิก+แอนแอโรบิก/ออกซิก (เอทูโอ-เอสบีอาร์) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ใช้น้ำเสียจริงที่มีสีต่างกัน 3 ชนิดคือ สีคิสเพอร์ส (จากบ่อพักน้ำเสียรวมในโรงงานแห่งที่ 1), ซัลเฟอร์ และรีแอกทีฟ (จากระบวนการฟอกย้อมอย่างเดียวกันในโรงงานแห่งที่ 2) ขั้นตอนที่ 2 ใช้น้ำเสียจริงชนิดรีแอกทีฟและเติมแหล่งคาร์บอน (น้ำตาลและกรดอะซิติก) เสริมลงไป โดยนำมาทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยใช้ระบบเอทูโอ-เอสบีอาร์ที่มีการทำงานในช่วงแอนนออกซิก+แอนแอโรบิกต่างกัน คือ 8 และ 20 ชั่วโมง ผลจากการทดลองพบว่า ในการกำจัดสีและสารอินทรีย์ของน้ำเสียที่มีสี 3 ชนิดในขั้นตอนที่ 1 เมื่อใช้ระบบเอทูโอ-เอสบีอาร์จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบเอสบีอาร์แบบธรรมดา โดยระบบเอทูโอ-เอสบีอาร์มีประสิทธิภาพการกำจัดสีคิสเพอร์ส, ซัลเฟอร์ และรีแอกทีฟ เท่ากับ 75, 15.7 และ 31.2% ในหน่วย SU และ 11.2, 5.1 และ 8.0% ในหน่วย ADMI ตามลำดับ ส่วนในระบบเอสบีอาร์แบบธรรมดามีประสิทธิภาพการกำจัดสำหรับสีทั้ง 3 ชนิด เท่ากับ 73.6, 3.2 และ 30.2% ในหน่วย SU และ 3.8, 5.2 และ 7.8% ในหน่วย ADMI ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าถ้าวัดสีในหน่วย ADMI ระบบทั้งสองมีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่เมื่อดูด้วยตาเปล่าจะสังเกตเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน และนอกจากนี้ยังพบว่าระบบทั้งสองมีประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีสูง (>75% สำหรับสีคิสเพอร์ส) และกำจัดทีเคเอ็นก็สูงเช่นกัน (>93.7% สำหรับสีทั้ง 3 ชนิด) แต่พบว่าระบบเอทูโอ-เอสบีอาร์มีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้สูงกว่าระบบเอสบีอาร์แบบธรรมดา (>50% สำหรับสีทั้ง 3 ชนิด) อย่างไรก็ตามยังมีประสิทธิภาพในการกำจัดที่ไม่สูงนักและระบบฯมีอุณหภูมิสูง (24-27 องศาเซลเซียส) ซึ่งทำให้มีประสิทธิผลการกำจัดฟอสฟอรัสไม่ดัดนัก ในขั้นตอนที่ 2 การกำจัดสีชนิดรีแอกทีฟที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนเสริมโดยใช้ระบบเอทูโอ-เอสบีอาร์ที่มีการทำงานในช่วงแอนนออกซิก+แอนแอโรบิกและช่วงออกซิกเท่ากับ 20+2 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงกว่า 8+2 ชั่วโมง โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสี 42.8 และ 19% ในหน่วย SU และ ADMI ตามลำดับที่การทำงาน 20+2 ชั่วโมง และ 29.2 และ 16.4% ที่การทำงาน 8+2 ชั่วโมง ตามลำดับ

ชนะวัฒน์ (2538) ได้ทำการศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อสีของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงานอุตสาหกรรม 4 กลุ่ม คือ โรงงานฟอกย้อม โรงงานกระดาษ โรงงานฟอกหนัง และโรงงานฆ่าสัตว์ จำนวนทั้งหมด 11 โรงงาน โดยนำตัวอย่างน้ำทิ้งมาฉายรังสีแกมมา แล้ววิเคราะห์ค่า pH การดูดกลืนแสง ความขุ่น สี และ COD เพื่อวิเคราะห์ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อสีของน้ำทิ้งและระดับรังสีที่สามารถลดสีของน้ำทิ้งให้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่ารังเกียจได้ ผลการศึกษาโดยสรุปพบว่า ค่าคุณลักษณะสีของน้ำทิ้งลดลงตามระดับรังสีที่ทดลอง โดยน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม ค่าเฉลี่ยของสีจะลดลงมากที่รังสีระดับต่ำตั้งแต่ 1-3 กิโลเกรย์ สีจึงลงเป็นลำดับหรือจางจนแทบไม่มีสีปรากฏให้เห็นเลย ส่วนที่ระดับรังสีสูงสุดคือ 10 กิโลเกรย์ สีที่ปรากฏแก่สายตาจะดูน่ารังเกียจน้อยลงมาก ดังนั้นการบำบัดสีของน้ำทิ้งโดยใช้รังสีแกมมาส่วนใหญ่สามารถทำให้สีลดลงหรือหมดไปและอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่ารังเกียจได้

4. อุตสาหกรรมอาหาร

4.1 อุตสาหกรรมอาหารทะเล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารทะเลในช่วง 2537-2542 มีดังต่อไปนี้ การศึกษาประสิทธิภาพของระบบเอสบีอาร์ในการบำบัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากโรงงานปลาหนึ่ง การใช้ยูเอเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง การเพิ่มมวลชีวภาพของสาหร่ายขนาดเล็กที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานปลาที่ปกป้องโดยระบบ Sequencing Batch Reactor (SBR) การใช้เนื้อโปรตีนที่ได้จากน้ำทิ้งในการผลิตของโรงงานปลาที่ปกป้องเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาที่ปกป้อง การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง โดยใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodobacter* spp. เป็นต้น

ชาลส์คัต (2542) ได้นำระบบเอสบีอาร์มาใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากโรงงานปลาหนึ่ง โดยใช้แบบจำลองระบบเอสบีอาร์จำนวน 3 ดังปฏิกิริยา ใช้ช่วงเวลาดินน้ำเสีย 5 ชม. ทำปฏิกิริยา 16 ชม. ตกตะกอน 1 ชม. ระบายน้ำทิ้ง 1 ชม. และหักระบบ 1 ชม. แบ่งการทดลองออกเป็น 9 ชุด โดยใช้ตัวแปรหลัก คือ ช่วงเวลาแอนออกซิก 3, 4 และ 5 ชม. และระยะเวลาเก็บกักตะกอน เท่ากับ 10, 20 และ 30 วัน ผลการทดลอง พบว่าระบบเอสบีอาร์มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากโรงงานปลาหนึ่งระหว่างร้อยละ 97.44-98.74, 68.15-97.80 และ 98.50-99.69 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการทดสอบทางสถิติ พบว่าการบำบัดชีโอดีและไนโตรเจนที่ช่วงเวลาแอนออกซิก 3 ชม. จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าช่วงเวลาแอนออกซิก 4 และ 5 ชม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ในขณะที่ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสที่ช่วงเวลาแอนออกซิก 3, 4 และ 5 ชม. ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดี ที่ระยะเวลาเก็บกักตะกอน 10 และ 20 วันสูงกว่าที่ 30 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของระบบที่ระยะเวลากักเก็บตะกอน 20 และ 30 วันจะสูงกว่าที่ 10 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ผลจากการทดลอง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมระบบเอสบีอาร์ให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้สูงสุด คือ ใช้ช่วงเวลาแอนออกซิก 3 ชม. และระยะเวลากักเก็บตะกอน 20 วัน โดยจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้ร้อยละ 98.70, 97.44 และ 99.28 ตามลำดับ

กิตติศักดิ์ (2539) ได้ทดลองนำระบบยูเอเอสบีมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง โดยใช้ถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซและตะกอนแตกต่างกันรวม 4 แบบ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกทำการทดลองที่โรงงานและใช้ถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซและตะกอนแบบที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นแบบที่มีปริมาตรของอุปกรณ์แยกก๊าซและตะกอนเท่ากับ 14.5 และ 60 ลิตร ตามลำดับ พร้อมทั้งมีถังสร้างกรดอยู่ในระบบด้วย นำมาทดลองใช้น้ำบำบัดน้ำเสีย ที่อุณหภูมิ 3.73 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยใช้เวลากักเก็บน้ำ 12 ชม. ผลการทดลองพบว่าถังยูเอเอสบีแบบที่ 2 ดีกว่าแบบที่ 1 เล็กน้อย โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดชีโอดี เท่ากับ 55.1

และ 46.2% ตามลำดับ และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนได้เท่ากัน คือ 0.15 ลิตร/กรัม ซีโอดีที่กำจัด และมีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเท่ากับ 36 และ 38% ตามลำดับ เมื่อทำการทดลองเป็นเวลานานๆพบว่าเกิดการลอยตัวและหลุดออกของสลัดจ์ทั้งชั้นขึ้น ในช่วงที่ 2 ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้ถังยูเอเอสบีแบบที่ 3 และ 4 ที่มีความสามารถในการแยกก๊าซและตะกอนได้ต่างกัน โดยแบบที่ 3 ขอมให้ก๊าซและตะกอนบางส่วนหลุดออกไปได้ ในขณะที่แบบที่ 4 สามารถดักก๊าซและตะกอนได้ดีกว่า การทดลองในช่วงนี้มีทั้งที่ใช้และไม่ใช้ถังสร้างกรด โดยในกรณีไม่ใช้ถังสร้างกรดใช้เวลาเก็บน้ำ 18 ชม. ส่วนในกรณีใช้ถังสร้างกรดใช้เวลาเก็บน้ำ 12, 24 และ 36 ชม. ผลจากการทดลองพบว่า ถังยูเอเอสบีแบบที่ 3 มีสมรรถนะสูงกว่าแบบที่ 4 เล็กน้อย โดยระบบที่ไม่มีถังสร้างกรดที่ออกแก๊สได้อัตรา 1.77 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 17.0 และ 11.2% มีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.09 และ 0.32 ลิตร/กรัมซีโอดีที่กำจัด และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเท่ากับ 35 และ 45% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเกิดการลอยตัวของชั้นสลัดจ์จนตลอดการทดลอง ส่วนระบบที่มีถังสร้างกรด เมื่อใช้เวลาเก็บน้ำ 12 ชม.และออกแก๊สได้อัตรา 2.57 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มขึ้นเป็น 43.9 และ 36.0% อัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.11 และ 0.24 ลิตร/กรัมซีโอดีที่กำจัด และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเท่ากับ 51.5 และ 50.5% ตามลำดับ และไม่เกิดการลอยตัวของชั้นสลัดจ์ขึ้น นอกจากนี้ที่เวลากักน้ำ 24 และ 36 ชั่วโมง ที่ออกแก๊สได้อัตรา 1.29 และ 0.86 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มขึ้นเป็น 58.8 และ 70.7% ตามลำดับ โดยอัตราการผลิตก๊าซมีเทนที่ได้มีค่าต่ำกว่า 0.35 ลิตร/กรัมซีโอดีที่กำจัดซึ่งเป็นค่าตามทฤษฎี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง โดยใช้ถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซและตะกอนต้องมีถังสร้างกรด ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจะขึ้นอยู่กับทั้งเวลากักเก็บน้ำและค่าออกแก๊สได้อัตรา ถังยูเอเอสบีแบบที่ 3 เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าแบบอื่นๆ

ธนภัทร (2539) ได้ศึกษาการเพิ่มมวลชีวภาพของสาหร่ายขนาดเล็กที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดของโรงงานอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง โดยน้ำเสียของโรงงานที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียมียูเอช 6.87 ซีโอดี 776.04 มก./ล. ไนโตรเจนทั้งหมด 0.0064% ฟอสเฟต 1.384 มก./ล. เมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน (ซึ่งใช้ระบบเลี้ยงตะกอนเร่ง ระบบบ่อให้อากาศ และระบบบ่อธรรมชาติ) น้ำทิ้งที่ได้จะมียูเอช 6.43 ซีโอดี 44.37 มก./ล. ฟอสเฟต 1.18 มก./ล. ค่าไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยระบบบำบัดมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีได้ 94% เมื่อทดลองนำน้ำทิ้งสุดท้ายมาใช้เลี้ยงสาหร่าย *Chlorella* sp. K₃ พบว่าสาหร่ายสามารถใช้ยูเอชเป็นแหล่งของไนโตรเจนได้ดีกว่าใช้จากแอมโมเนียมซัลเฟต โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมของยูเอช คือ 150 มก./ล. ส่วนการเติมฟอสเฟตใช้ KH_2PO_4 ร่วมกับ K_2HPO_4 พบว่าเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะมีผลให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีขึ้นโดยค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่ากับ 30 มก./ล. และค่าพีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสม เท่ากับ 10 สาหร่ายที่ได้มีปริมาณโปรตีน 29.75%

ปารินดา (2539) ทำการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานปลาทุ่นกระป๋องโดยใช้ระบบ Sequencing Batch Reactor (SBR) โดยจะทำการทดลองเพื่อหาสัดส่วนของระยะเวลาแอโรบิกต่อแอนอโรบิกที่เหมาะสมในการเดินระบบ SBR เพื่อการบำบัดบีโอดีและไนโตรเจนในน้ำเสียรวมยกเว้นน้ำนิ่งปลา และกำหนดให้ระยะเวลาใน 1 วัฏจักร เท่ากับ 12 ชม. อายุตะกอนเท่ากับ 15 วัน ตัวแปรที่จะทำการศึกษาคือ สัดส่วนของระยะเวลาแอโรบิกต่อแอนอโรบิกเท่ากับ 6:1, 4:3, 3:4 และ 1:6 ผลการทดลองพบว่าที่ทุกสัดส่วนของระยะเวลาแอโรบิกต่อแอน

อุณหภูมิ พบว่าระบบสามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้มากที่สุด 1.07 กก. COD/ลบ.ม.-วัน สามารถลดค่า COD และ BOD ได้ 85.94 และ 91.8% ตามลำดับ ได้ปริมาณเซลล์ 1.1751 กรัม/ลิตรและได้ปริมาณแรงกวัดตุ่ก่อนข้างสูง คือ ได้ค่าไรโทนอยด์และแบคทีเรียโคลอโรฟิลล์ เท่ากับ 4.948 และ 24.896 มก./ก. วัตถุแห้ง ตามลำดับ

4.2 โรงงานอุตสาหกรรมนม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนมในช่วง 2535-2540 มีดังต่อไปนี้ มีการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานนมโดยใช้ระบบถังกรองไร้อากาศ ใช้แบคทีเรียแลคติกมาตกตะกอนโปรตีนในน้ำทิ้งโรงงานก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดขั้นที่สอง การใช้ระบบเอสปีอาร์ และการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งโดยระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์ และระบบฟอกซ์เบดแอร์ชัน เป็นต้น

พรทิพย์ (2540) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานด้วยระบบถังกรองไร้อากาศ โดยเปรียบเทียบผลความสูงของชั้นตัวกลางที่มีต่อประสิทธิภาพในสภาวะต่างๆ ดังนี้ ระยะเวลาเก็บกัก 1, 3 และ 5 วัน ความสูงของชั้นตัวกลางเท่ากับ 1/3, 2/3 และ เต็มถังกรองไร้อากาศ ผลจากการทดลองพบว่าสมรรถนะการทำงานของถังกรองไร้อากาศที่มีความสูงของชั้นตัวกลางต่างกันมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์รวมและสารอินทรีย์ละลายในรูปของ TCOD และ SCOD ใกล้เคียงกันและระยะเวลาเก็บกัก 3 และ 5 วันก็ให้ผลใกล้เคียงกันเช่นเดียวกัน โดยประสิทธิภาพการกำจัด TCOD และ SCOD ที่ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน มีค่าเฉลี่ย 64.28 และ 74.97% ตามลำดับ โดยปริมาณสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในน้ำเสียจะถูกกำจัดที่ระดับความสูงของชั้นตัวกลาง 30 ซม. จากด้านล่างของถังปฏิกรณ์ เมื่อลดระยะเวลาเก็บกักเหลือ 1 วัน พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ในถังกรองที่มีตัวกลางเต็มถังจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในถังปฏิกรณ์ที่มีความสูงของชั้นตัวกลางเท่ากับ 1/3 และ 2/3 ของถัง โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัด TCOD และ SCOD เท่ากับ 56.59 และ 60.17% นอกจากนี้ถังกรองที่มีตัวกลางเต็มถังยังมีความสามารถในการรับการเปลี่ยนแปลงน้ำเสียได้ดีที่สุดด้วย

พิสิฐ (2540) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานโดยใช้กรดแลคติกเป็นสารสร้างตะกอน (coagulant) เพื่อตกตะกอนโปรตีนในน้ำทิ้งโรงงานก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดขั้นที่สองซึ่งเป็นการลดภาระในการบำบัดขั้นที่สองในการศึกษาได้ทำการทดลองผลิตกรดแลคติกที่จะใช้เป็นสารสร้างตะกอนโดยการนำแบคทีเรียแลคติกซึ่งคัดเลือกมาจากแหล่งต่างๆ 45 แหล่งมาหมักในน้ำทิ้งที่มีค่าซีไอดีประมาณ 5,000 มก./ก. เพื่อผลิตกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นประมาณ 400 มก./ก. ผลจากการทดลองหาระดับ pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอน พบว่าระดับ pH ที่เหมาะสม คือ 3.0-4.7 จากนั้นได้นำสารสร้างตะกอน คือ กรดแลคติกมาทดลองบำบัดน้ำเสียที่ pH 4.7 โดยค่าความสกปรกเริ่มต้นมีค่าซีไอดี โปรตีน น้ำตาล และความใส เท่ากับ 5,000 มก./ก., 10-12 มก./ก., 700-900 มก./ก. และ 0% ตามลำดับ หลังจากการบำบัดมีค่าเท่ากับ 1,000-1,300 มก./ก., 0.1-1 มก./ก., 600-700 มก./ก. และ 60-80% ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการบำบัดซีไอดี โปรตีน และน้ำตาล เท่ากับ 75, 90-95 และ 10-25% ตามลำดับ โดยได้ตะกอนโปรตีนจากการบำบัดมีปริมาตร 35 มล./ก.

สุชาติ (2538) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้ระบบเอสปีอาร์ โรงงานแห่งนี้มีกำลังการผลิตเฉลี่ย 12 ตัน/วัน น้ำเสียเฉลี่ย 65.31 ลบ.ม./วัน มีค่าความสกปรก BOD, COD และ

ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 3,319, 4,767.63 และ 1,234 มก./ล. ตามลำดับ จากการทดลองระบบเอสปีอาร์ที่ระยะเวลาเก็บกัก 1.5-8.0 วัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสุทธิของจุลินทรีย์เท่ากับ 0.00251 ต่อวัน อัตราการใช้อาหารสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักจุลินทรีย์ 0.248 ต่อวัน อัตราส่วน BOD:COD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 ผลจากการทดลองนี้ให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD, BOD, SS, TKN และ TP เท่ากับ 99.33, 99.89, 99.78, 95.89 และ 81.63% ตามลำดับ อัตราส่วน BOD:COD ของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.131 และมีค่า BOD ต่ำกว่า 20 มก./ล.

ชลธิชา และเอกพล (2536) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้ระบบ Airlift Bioreactor ในการศึกษาใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้น 2 ระดับ คือ น้ำเสียโรงนม 50% (อัตราส่วนน้ำเสียโรงนม : น้ำจากท่อน้ำทิ้ง 1:1) และ 100% โดยมีค่า COD, BOD และ SS อยู่ระหว่าง 328-4540, 300-3300 และ 35-1069 มก./ล. ผลจากการศึกษาพบว่า Airlift Bioreactor ขนาด 95.7 ลิตร ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อ 2 ท่อสวมซ้อนกันอยู่ โดยน้ำเสียจะไหลเข้าไปในแกนชั้นในและไหลออกทางแกนชั้นนอก เมื่อใช้เวลากักน้ำเสียในระบบ 24 ชั่วโมง ระบบสามารถลดค่า COD, BOD และ SS ของน้ำเสียโรงนม 50% ได้เท่ากับ 89.11, 91.10 และ 95.72% และของน้ำเสียโรงนม 100% ได้เท่ากับ 92.11, 92.98 และ 97.57% ตามลำดับ ถ้าใช้เวลากักน้ำเสียในระบบ 10 ชั่วโมง ระบบสามารถลดค่า COD, BOD และ SS ของน้ำเสียโรงนม 50% ได้เท่ากับ 86.61, 93.22 และ 97.11% และของน้ำเสียโรงนม 100% ได้เท่ากับ 85.84, 88.53 และ 96.32% ตามลำดับ

อุษากร (2535) ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ระหว่างระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ และระบบฟิกส์เบดแอเรชัน โดยน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมีค่า COD ระหว่าง 1,000-15,000 มก./ล. ใช้ปริมาณการบรรทุก (BOD loading) ในช่วง 0.6-9.59 กก.BOD/ลบ.ม.-วัน และเวลากักเติมอากาศ 2-18 ชม. โดยมีการควบคุมปริมาณอาหารเสริม (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) อุณหภูมิ pH และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ผลการทดลองสรุปได้ว่า ระบบฟิกส์เบดแอเรชันมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ และมีปัญหาเรื่องตะกอนลอยน้อยมาก ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD และ COD ของระบบขึ้นกับอายุตะกอนจุลินทรีย์มากกว่าเวลากักเติมอากาศ ส่วนประสิทธิภาพการลดค่า SS จะขึ้นกับเวลากักเติมอากาศ ทั้งนี้ระยะเวลาเก็บกักเติมอากาศที่เหมาะสมกับระบบทั้งสอง คือ ประมาณ 8 ชม. สามารถลดค่า BOD และ COD ได้ 92 และ 98% ตามลำดับ ที่ภาระการบรรทุก 1.05 กก.BOD/ลบ.ม.-วัน สำหรับค่าอายุตะกอนจุลินทรีย์ที่เหมาะสม คือ 5-20 วัน น้ำทิ้งที่ออกจากระบบจะมีค่า BOD ต่ำกว่า 20 มก./ล.

4.3 อุตสาหกรรมผลิตน้ำอัดลม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตน้ำอัดลมในช่วง 2538-2542 มีดังต่อไปนี้ มีการนำวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองและกระบวนการยูเอสบีมาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลม

กัสมา (2542) ได้ทำการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลม โดยได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อต่างๆ พบว่าสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อที่ 3 โดยให้ค่าน้ำหนักของเซลล์แห้งสูงสุด 900 มก./ล. และให้

ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี (BOD) ได้สูงสุด 82.55% จากนั้นได้นำน้ำเสียจากบ่อกำจัดน้ำเสียนี้นำมาทำการทดลองเพื่อศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในรูปสูตรธาตุคือ NaHCO_3 , NaNO_3 และ K_2HPO_4 ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายและมีประสิทธิภาพในการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) และ ฟอสฟอรัส (TP) สูง จากการทดลองพบว่า การเติมสารอาหารเพียง 3 ชนิดลงในน้ำเสียคือ NaHCO_3 , NaNO_3 และ K_2HPO_4 ในปริมาณเท่ากับ 25% ของอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรมาตรฐานซาโรค (Zarrouk) จะให้ผลผลิตดีที่สุดและให้ผลได้ใกล้เคียงกับสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมาตรฐาน สาหร่ายสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่า 2 สัปดาห์และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโดยกำจัด TP ได้เท่ากับ 86.65% และไนเตรทได้เท่ากับ 83.94% หลังจากนั้นได้นำสภาวะที่เติม NaHCO_3 , NaNO_3 และ K_2HPO_4 25% ซาโรค มาทดลองเลี้ยงสาหร่ายเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของสาหร่ายในช่วงเวลาต่างๆ กัน พบว่าหลังจากเลี้ยงสาหร่ายเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จะสามารถกำจัด BOD, $\text{NO}_3\text{-N}$, TP และ SS ได้เท่ากับ 85.00, 74.12, 79.56 และ 75.92% ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพในการกำจัด BOD, $\text{NO}_3\text{-N}$, TP และ SS จะสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 (ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สาหร่ายมีการเจริญเติบโตได้สูงสุด) คือเท่ากับ 91.97, 90.48, 95.48 และ 91.67% ตามลำดับ

กิตติ (2538) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองในระดับห้องปฏิบัติการขนาด 14.5 ลิตร 2 ชุดเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลมโดยกระบวนการยูเอเอสบี เริ่มต้นระบบโดยใช้หัวเชื้อจากตะกอนบ่อเกรอะทั้ง 2 ชุด ที่เวลากักเก็บน้ำ 24 และ 12 ชม. และต่อมาลดลงเหลือ 8, 6 และ 4 ชม. ตามลำดับ คิดเทียบเป็นภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 1.02-5.0 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ผลจากการศึกษาพบว่าสามารถลดค่าซีโอดี บีโอดี และตะกอนแขวนลอยได้ 61.6-89.9, 66.1-85.1 และ 46.8-73.1% ตามลำดับ การบำบัดสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเวลากักเก็บน้ำสั้นลง ความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตได้ 33.9-192.7 ลิตร/กก. ซีโอดีที่ถูกกำจัด ส่วนประกอบของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพมีปริมาณ 47.6-69.7% และจุลินทรีย์ที่ตรวจพบส่วนมากจะเป็นพวกจุลินทรีย์ชนิดแท่งและชนิดเส้นใย

4.4 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ในช่วง 2528-2541 มีดังต่อไปนี้ การพัฒนาระบบการออกซิเดชันโอโซนสำหรับการบำบัดน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสีจากน้ำกากส่า การบำบัดน้ำเสียจากขบวนการผลิตสุราด้วยระบบตัวกลางจุลินทรีย์ลอยตัวแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน การศึกษาผลของอายุตะกอนและระยะเวลากักเก็บน้ำในถังแอนแอโรบิกที่มีต่อการกำจัดซีโอดีของน้ำเสียโรงงานผลิตเบียร์โดยกระบวนการแยกดีแอดส์แบบแอนแอโรบิก-ออกซิด การบำบัดกากส่าโดยกระบวนการยูเอเอสบีที่อุณหภูมิสูง การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังโดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB- ขึ้นโรงงานต้นแบบ การกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ เป็นต้น

สุเมธ (2541) ได้พัฒนาระบบการออกซิเดชันโอโซนสำหรับการบำบัดน้ำเสีย โดยโอโซนซึ่งเป็นสารออกซิเดนท์ที่รุนแรง สามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ทั้งที่ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้โดยจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้จะนำเหล็กออกไซด์มาประยุกต์ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโอโซนออกซิเดชัน น้ำ

เสียที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำกากส่าซึ่งเป็นน้ำเสียจากโรงงานสุรา(เจือจาง 20 เท่าก่อนนำมาใช้) คลอัมไนโตไฮน มีขนาด 1.5 ลิตร เหล็กออกไซด์ถูกเตรียมบนผิวเม็ดอนุภาคน้ำซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.3 มม. และมีพื้นที่ผิวจำเพาะ 5.5 ตร.ม. /ก. เหล็กออกไซด์ที่ใช้เป็นเฟอริกออกไซด์โดยใช้ในปริมาณ 0.0713 % ผลจากการทดลองทั้งกรณีที่มีและไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็กออกไซด์ พบว่าการเพิ่มทั้งเวลาเก็บกักและอัตราการไหลของไฮนจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดทั้งซีโอดีและสีเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อใช้เหล็กออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ระบบไฮนจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะไฮดรอกซิลฟรีแรดคัลที่ถูกรสร้างโดยตัวเร่งปฏิกิริยามีความว่องไวในการเข้าทำปฏิกิริยามากกว่าโมเลกุลไฮน

กัมพมาศ (2539) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสีจากน้ำกากส่าในการทดลองใช้เซลล์อิเล็กโทรลิติกที่ทำด้วยพลาสติกอะคริลิกมีปริมาตร 3 ลิตร ใช้อิเล็กโทรด 3 ชนิดคือไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำ เหล็ก หรืออะลูมิเนียม จัดเรียงอิเล็กโทรดแบบโมโนโพลาร์ ทำการทดลองเป็นแบบกะและใช้ไฟฟ้ากระแสตรง น้ำเสียที่นำมาบำบัดคือน้ำกากส่าเจือจาง 5, 10, 20 เท่า จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีและสารอินทรีย์ ได้แก่ ความต่างศักย์ไฟฟ้า พื้นที่ผิวของอิเล็กโทรด และระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด โดยระบบที่มีความเหมาะสมที่สุดใช้ไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำเป็นแคโทด และเหล็กเป็นแอโนด ใช้น้ำกากส่าเจือจาง 5 เท่า และระยะเวลาในการบำบัด 5.21 ชั่วโมง ได้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD 50.4% นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถลดปริมาณแคลเซียมและซัลเฟตได้ แต่ลดโพแทสเซียมไม่ได้

สัญญา (2539) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตสุรด้วยระบบตัวกลางจุลินทรีย์ลอยตัวแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง การทดลองชุดที่ 1 และ 2 ใช้กับน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกในรูปของค่า COD อยู่ในช่วง 1,000-5,500 และ 5,500-12,000 มก./ล. ตามลำดับ โดยตั้งปฏิกิริยาที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 ซม. สูง 4 ม. ปริมาตร 39 ลิตร ใช้ทรายเป็นอนุภาควัสดุกลางมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.43 มม. ปริมาตร 6.5 ลิตร และก่อนนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบจะเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำประปาให้ได้ COD อยู่ในช่วงที่กำหนดเสียก่อน ผลการทดลองพบว่าระบบตัวกลางจุลินทรีย์ลอยตัวแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถรับสารอินทรีย์ได้ในช่วงค่า 4.64-44.26 กก.COD/ลบ.ม.-วัน โดยระบบมีประสิทธิภาพในการลดค่า COD ของการทดลองทั้ง 2 ชุด อยู่ในช่วง 50.95-71.73 และ 44.74-71.13% และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.26 และ 53.89% ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการลดค่า SS พบว่าอยู่ในช่วง 14.95-63.64 และ 6.67-50.01% โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.81 และ 27.60% ตามลำดับ และเมื่อนำผลการทดลองไปทดสอบโดยวิธีทางสถิติด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Simple Correlation Coefficient, r_p) เพื่อทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร VOLR & % COD remove และ VOLR & %SS remove โดยได้ค่า r_p มีค่าเท่ากับ -0.32 และ -0.29 ตามลำดับ ดังนั้นจากการวิเคราะห์ทางสถิติสรุปได้ว่าเมื่อค่าอัตราการรับสารอินทรีย์ของระบบเพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD และ SS ของระบบลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระดับปานกลาง ($P = 0.05$) นอกจากนี้ในการเดินระบบที่ผ่านมาพบว่า ระบบมีความเสถียรดีโดยดูจากค่าพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งบอก ได้แก่ ค่ากรดระเหย (VFA) และค่า pH ที่ออกจากระบบซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 165-1,071 มก./ล.ในรูปของกรดอะซิติก และ 7.2-8.1 ตามลำดับ ส่วนค่า Alkalinity ที่ออกจากระบบมีค่าอยู่ในช่วง 500-2,450 มก./ล. ในรูปของ CaCO_3

สุกษม (2539) ได้ทำการศึกษาผลของอายุตะกอนและอนันต์ (2539) ได้ศึกษาผลของเวลากักน้ำในถังแอโรบิกที่มีต่อการกำจัดซีโอดีของน้ำเสียโรงงานผลิตเบียร์โดยใช้กระบวนการแอนแอโรบิก-ออกซิกแอคทีเวตเต็ดสลัดจ์ น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมีค่าซีโอดีเท่ากับ 1,000 กรัม/ลบ.ม. สุกษม (2539) ใช้อัตราส่วนค่า COD:N:P ที่ 150:5:1 ทำการทดลองในแบบทดลองที่มีเวลากักรวม 28.8 ชั่วโมง ใช้ค่าอายุตะกอนเป็นตัวแปรที่ 3, 7, 11 และ 15 วัน ค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ในถังแอนแอโรบิก เท่ากับ 7.27, 4.11, 3.41 และ 3.24 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์-วัน และค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ของระบบเท่ากับ 1.41, 0.73, 0.52 และ 0.50 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์ ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่าโดยทั่วไปประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในช่วงแอนแอโรบิกจะแปรตามค่าอายุตะกอน และแปรผกผันกับค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ โดยเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในช่วงแอนแอโรบิกจะเพิ่มตามไปด้วย ในกรณีที่ช่วงอายุตะกอนเท่ากับ 3-15 วัน ค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์และค่าอายุตะกอนจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีรวมของระบบอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีรวมของระบบอยู่ในช่วง 94-96% ในขณะที่อนันต์ (2539) ใช้อัตราส่วน COD:N:P ที่ 150:5:2 การป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบเป็นแบบต่อเนื่อง ทำการทดลองโดยแปรค่าเวลากักน้ำในถังแอนแอโรบิก 4 ค่า คือ 1, 3, 5 และ 7 ชม.และแปรค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ในถังแอนแอโรบิกเท่ากับ 16.1, 5.6, 3.0 และ 1.9 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์-วัน ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่าที่ค่าเวลากักน้ำในถังแอนแอโรบิก 5 ชม.ซึ่งให้ค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์มากกว่า 3.0 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์-วัน ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีไม่แตกต่างกันมากนักโดยจะอยู่ในช่วง 60-64% แต่ที่ค่าเวลากักน้ำในถังแอนแอโรบิก 7 ชม.ซึ่งให้ค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์มากกว่า 1.9 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์-วัน ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงขึ้นเป็น 84% ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในถังแอโรบิกที่สูงกว่า 80% จะให้ค่าดัชนีปริมาณตะกอนต่ำกว่า 200 มล./กรัม และค่าอัตราส่วนสารอาหารต่อจุลินทรีย์ในถังแอโรบิกที่เหมาะสมมีค่าประมาณ 1.9 กก.ซีโอดี/กก.ตะกอนจุลินทรีย์-วัน

สมชาย (2538) ได้ทำการศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากกากส่าเหล่านี้ด้วยระบบเดิมอากาศแบบชั้นตัวกลางลอยตัวโดยใช้แบบจำลองหอยปฏิกริยารูปทรงกระบอกปริมาตร 4.16 ลิตร การนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบเป็นแบบการไหลต่อเนื่องด้วยอัตราไหล 0.8 ล./ชม. น้ำเสียที่เข้าระบบมีค่าบีโอดี ประมาณ 600 มก./ล. ทำการทดลองที่อุณหภูมิและสถานะแวดล้อมปกติ แต่ควบคุมค่า pH ให้อยู่ในช่วง 6.8-7.6 และเปลี่ยนแปลงค่าการระบรทุกเชิงปริมาตรด้วยการเพิ่มความสูงของชั้นตัวกลางเป็น 20 , 30 และ 40 ซม. ซึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับระยะเวลาเก็บกักที่ 2.08, 3.12 และ 4.16 ชม.ตามลำดับ ตัวกลางที่เลือกใช้คือเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่น 985 กก./ลบ.ม. ความเร็วของอากาศที่ใช้เพื่อทำให้เกิดการกวนผสมอย่างทั่วถึงมีค่าระหว่าง 1.4-2.2 ซม./วินาที ค่าตะกอนแขวนลอยในระบบมีค่าอยู่ในช่วง 4,100-5,200 มก./ล. ซึ่งมีค่าสูงกว่าระบบเลี้ยงตะกอนเร่งแบบธรรมดา การเพิ่มความสูงของชั้นตัวกลางจาก 20 ถึง 40 ซม. พบว่าแนวโน้มการย่อยสลายของสารอินทรีย์สูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี และ ซีโอดีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 93.62 และ 52.97% ตามลำดับที่ระดับความสูงของชั้นตัวกลาง 40 ซม. แต่ประสิทธิภาพการลดตะกอนแขวนลอยจะสูงสุดมีค่า 78.39% ที่ระดับความสูงของชั้นตัวกลาง 30 ซม.

นาฏนดา (2537) ได้ทำการศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกากส่า แบบอุณหภูมิสูง (55°C) ชนิดสองขั้นตอนสำหรับบำบัดน้ำกากส่า ในการศึกษาได้นำเทคนิคการบำบัดน้ำเสียรวม 3 ส่วนมาผสมผสานกัน ได้แก่

ระบบสองขั้นตอน ระบบหมักประสิทธิภาพสูง และการควบคุมระบบที่อุณหภูมิสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยทำการทดลองกับน้ำกากส่าที่มีค่า COD ประมาณ 90,000-120,000 มก./ล. มีการควบคุมการเกิดปฏิกิริยาเป็นสองขั้นตอนในถังหมัก 2 ถังที่ต่อเนื่องกัน คือ ถังหมักกรดขนาด 6.8 ลิตร เป็นแบบตัวกลางกรง ส่วนถังหมักมีเทนขนาด 35 ลิตรเป็นแบบยูเอเอสบี และควบคุมอุณหภูมิถังหมักทั้งสองให้คงที่เท่ากับ 55°C ผลจากการศึกษาพบว่าระบบเมื่อมีเสถียรภาพสูงสามารถรับอัตราการป้อนสารอินทรีย์ได้สูงถึง 10.96 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยช่วงอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับระบบหมักนี้คือ 6.38-10.02 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยให้ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด 0.13 ลบ.ม./กก.ซีโอดีที่ป้อน ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 6.38 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซที่ผลิตได้เท่ากับ 30% และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบหมักยูเอเอสบีแบบขั้นตอนเดียวที่ใช้อุณหภูมิสูง พบว่าประสิทธิภาพของระบบไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบหมักสองขั้นตอนที่อุณหภูมิปานกลาง (30°C) พบว่าระบบหมักที่ทำการศึกษานี้มีประสิทธิภาพสูงกว่า

อะเคื่อ (2537) ได้ทดลองบำบัดน้ำกากส่าโดยใช้กระบวนการยูเอเอสบีที่อุณหภูมิสูง ถังหมักที่ใช้ทดลองเป็นถังเหล็กปลอดสนิมสองชั้น ชั้นในเป็นถังหมักมีปริมาตรใช้งาน 34.7 ลิตร สูง 172 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 15 ซม.ชั้นนอกเป็นชั้นอุ่นห่อ (water jacket) เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิถังหมัก น้ำเสียที่ใช้ทดลองเป็นกากส่าจากโรงงานสุราซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง (113,280 มก./ล.) และปริมาณสารพิษก็สูง (โปแตสเซียม = 10,000 มก./ล. โซเดียม = 5,000 มก./ล. และ ซัลเฟต = 5,525 มก./ล.) ผลจากการทดลองพบว่าอัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมในการกำจัดสารอินทรีย์และผลิตก๊าซชีวภาพคือ 5.2 และ 7.1 กก.ซีโอดี / ลบ.ม.-วัน ตามลำดับ ระบบหมักยูเอเอสบีนี้สามารถรับอัตราการป้อนสารอินทรีย์สูงสุดได้ 10.1 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยมีประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 0.225ลบ.ม./กก.ซีโอดีที่ถูกกำจัด ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 39% ก๊าซมีเทนและก๊าซอื่นๆ 61% และมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีได้ 44% เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับระบบยูเอเอสบีในขนาดใช้งานจริงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีอัตราการป้อนสารอินทรีย์สูง สุดได้ 3-4 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบยูเอเอสบีที่อุณหภูมิสูงจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำกากส่าได้สูงกว่าระบบที่ใช้งานจริง

สมชาย และคณะ (2536) ได้ศึกษาทดลองบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากแป้งมันสำปะหลังโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB-ชั้นโรงงานต้นแบบ ดังปฏิกิริยาที่ใช้ ขนาด 6 ลบ.ม. และออกแบบให้ระบบทำงานอยู่ในช่วง Mesophilic การทำงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรกเป็นการหมักกรด ใช้ถังปฏิกิริยาแบบ Anaerobic activated sludge process และในขั้นตอนที่สองเป็นการหมักมีเทน ใช้ถังปฏิกิริยาแบบ UASB ในช่วงเริ่มต้นระบบใช้เชื้อเริ่มต้น (seed sludge) จากบ่อน้ำบำบัดน้ำเสียของโรงงานสุรา โดยเริ่มจากอัตราภาระ 0.5 กก. COD/ลบ.ม.-วันจนถึง 4 กก. COD/ลบ.ม.-วัน ผลจากการทดลองพบว่าระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดการทดลอง ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย (VFA) โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 100-300 มก./ล. มีอัตราภาระ 4 กก. COD/ลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพในการลดค่า COD ประมาณ 90% และค่า BOD 99% สำหรับผลผลิตก๊าซชีวภาพพบว่าสามารถผลิตได้ 0.98 ลบ.ม./กก.CODที่ถูกกำจัด โดยมีก๊าซมีเทนอยู่ 67% เมื่อประมาณ

พื้นฐานที่ก๊าซชีวภาพสามารถจำหน่ายได้ในราคาเดียวกับน้ำมันเตาที่ค่าความร้อนเท่ากัน พบว่าจะมีอัตราคืนทุนในเวลา 3.5 ปี

สมศักดิ์ (2534) ได้ทำการศึกษาการเกิดตะกอนจุลินทรีย์ลักษณะเม็ดในช่วงเดินระบบถังหมักกระบวนการขึ้นจุลินทรีย์ไร้อากาศแบบไหลขึ้น (ระบบ UASB) ระบบนี้จะสามารถรับสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงได้ก็ต่อเมื่อมีการเกิดตะกอนจุลินทรีย์ในลักษณะเม็ดขึ้น ในการทดลองใช้น้ำกากส่าจากโรงงานสุราเพื่อเดินระบบ UASB โดยโรงงานต้นแบบมีขนาด 300 ลิตร ประสบความสำเร็จด้วยดี โดยสามารถตรวจพบการเกิดตะกอนจุลินทรีย์ลักษณะเม็ดได้ในที่สุด เมื่อใช้เวลาเดินระบบ 113 วัน ที่อัตราการรับสารอินทรีย์ 1.36 กก. COD/ลบ.ม.-วัน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2528) โดยสาขาวิจัยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ได้ศึกษาวิธีการกำจัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ซึ่งมีกำลังผลิต 1.5 ลบ.ม./วัน น้ำเสียที่เกิดขึ้นมี 2 ชนิด คือ น้ำกากส่ามีปริมาณ 20 ลบ.ม./วัน และมีค่า BOD₅ เท่ากับ 20,000 มก./ล. และน้ำล้างหัวมันซึ่งมีปริมาณ 12 ลบ.ม./วัน และมีค่า BOD₅ เท่ากับ 2,200 มก./ล. ได้เริ่มทำการทดลองบำบัดน้ำกากส่าด้วยระบบ Anaerobic Digestion ในขั้น Pilot scale พบว่าระบบสามารถรับ BOD loading ได้ 5 กก./ลบ.ม.-วัน และลดค่า BOD ได้ 70% มีไบโอแก๊สเกิดขึ้นประมาณ 10 เท่าของปริมาณน้ำเสีย และมี Methane content เท่ากับ 65% ส่วนการบำบัดน้ำล้างหัวมัน ได้ทำการทดลองโดยทำ Jar Test ของน้ำล้างหัวมันในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารส้มและปูนขาวสามารถลด BOD₅ ได้ 79.5 และ 77.3% ตามลำดับ ในขณะที่ถ้าไม่ใช้สารเคมีเลย (Plain Settling) จะสามารถลดค่า BOD ได้ 72.7% (BOD ของน้ำใส เท่ากับ 600 มก./ล.) เมื่อทดลองกำจัดน้ำล้างหัวมันในขั้น Pilot Scale โดยใช้สารส้ม พบว่าสามารถลดค่า BOD ได้เพียง 65% ต่ำกว่าการทดลองโดย Jar Test เล็กน้อย ดังนั้นอาจสรุปแนวทางในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 บำบัดโดยใช้ระบบหมักน้ำกากส่าและระบบตกตะกอนน้ำล้างหัวมัน ตามด้วยระบบเติมอากาศ ซึ่งวิธีนี้ต้องใช้พื้นที่ 400 ตร.ม. ค่าก่อสร้างไม่รวมค่าที่ดิน 1,622,500 บาท และเสียค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ 473 บาท/วัน โดยได้รับผลตอบแทน คือ ไบโอแก๊สเทียบเท่ากับน้ำมันเตา 119 ลิตร/วัน คิดเป็นเงินประมาณ 560 บาท/วัน วิธีที่ 2 บำบัดโดยใช้ระบบบ่อหมัก ตามด้วยระบบบ่อเติมอากาศและบ่อ Polishing pond ระบบนี้ต้องใช้พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ ค่าก่อสร้างไม่รวมที่ดิน 500,000 บาท และเสียค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ 194 บาท/วัน

วีระ (2528) ได้ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราพระนครศรีอยุธยา โดยใช้ถังหมักแบบหอสูง (tower fermentor) เป็นถังหมักแบบชั้นตัวกลางลอยตัว (fluidized-bed) โดยตัวกลางที่บรรจุลงในถังหมักจะมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยให้เกิดการผสมและรักษาปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระบบได้ดี ตัวกลางที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด ได้แก่ K-carragenan (ใช้ตรึงจุลินทรีย์ภายใน), ion exchange resin และ silica gel (ใช้ตรึงจุลินทรีย์ภายนอก) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของตัวกลางแต่ละชนิดโดยใช้ค่า organic loading เท่ากับ 9 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วันเท่ากัน ปรากฏว่า ion exchange resin มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวกลางมากที่สุด เพราะมีความทนทานต่อแรงเสียดสี มีพื้นที่ผิวมากและประสิทธิภาพในการลดชีโอดีค่อนข้างสูง (49.83%) มีอัตราการเกิดก๊าซเท่ากับ 4.6 ลบ.ม./ลบ.ม.ของน้ำกากส่า และมีค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 6.82 มก./ล. โดยตัวกลาง ion exchange resin และตัวกลาง silica gel สามารถรับค่า organic loading ได้สูงถึง 15 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน และให้ผลการบำบัดใกล้เคียงกัน (ลดชีโอดีได้ 50.81 และ 49.18% ตามลำดับ) สำหรับตัว

กลาง K-carragenan แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดีสูงกว่า (57.05%) แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือ มีความทนทานน้อยและแตกสลายได้ง่าย แม้ว่าค่าorganic loading ในระดับนี้เป็นระดับที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในระบบกำจัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมได้และยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งในการบำบัดโดยใช้ระบบที่ไม่ใช้ตัวกลางจะเพิ่มค่า organic loading ให้ได้สูงในระดับนี้จะทำได้ยาก

4.5 อุตสาหกรรมเป้งมันสำปะหลัง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้งมันสำปะหลัง ในช่วง 2527-2539 มีดังต่อไปนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเป้งมันสำปะหลังด้วยระบบยูเอสบีแบบมีถังสร้างกรดเข้าระบบ การกำจัดฟอสเฟตจากระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเป้งมันสำปะหลังโดยระบบแอนแอโรบิก-อ็อกซิก (ทั้งที่มีตัวกลางและไม่มีตัวกลาง) การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเป้งมันสำปะหลังโดยขบวนการคอนแทกสเตปิลิเซชัน

เนตรนภา (2539) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเป้งมันสำปะหลังด้วยระบบยูเอสบีแบบมีถังสร้างกรดเข้าระบบ การทดลองประกอบด้วยถังยูเอสบี 3 ชุด ชุดที่ 1 ไม่มีถังสร้างกรดแต่มีการหมุนเวียนน้ำกลับ ชุดที่ 2 มีถังสร้างกรดและมีการหมุนเวียนน้ำกลับ ชุดที่ 3 มีถังสร้างกรดแต่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำกลับ โดยถังสร้างกรดมีระยะเวลาพักน้ำนาน 12 ชม. และใช้อัตราส่วนการเวียนกลับของน้ำเท่ากับ 5:1 การทดลองทำที่ภาระบรทุก 5 และ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน โดยเตรียมจากการละลายเป้งมันสำปะหลังในน้ำร้อนให้มีความเข้มข้นซีไอดีเท่ากับ 2,500 และ 5,000 มก./ล. ตามลำดับ ใช้อัตราสูบน้ำเข้าระบบเท่ากับ 4 ลิตร/วัน ผลการทดลองที่ภาระบรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ของถังยูเอสบีชุดที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีเท่ากับ 81, 89 และ 84% ปริมาณกรดไขมันระเหยในรูปกรดอะซิติกเท่ากับ 127, 45 และ 45 มก./ล. อัตราการผลิตก๊าซเท่ากับ 0.9, 2.4 และ 2.9 ลิตร/วัน อัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.09, 0.28 และ 0.31 ลิตร/กรัม ซีไอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ที่ภาระบรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วันพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีลดลงเล็กน้อย ส่วนปริมาณกรดไขมันระเหย อัตราการผลิตก๊าซ อัตราการผลิตก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีของถังสร้างกรดที่ภาระบรทุกสารอินทรีย์ 5 และ 10 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน เท่ากับ 15% และ 26% ตามลำดับ ผลจากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้ระบบยูเอสบีแบบมีถังสร้างกรดสามารถแก้ปัญหาการหลุดออกของเม็ดยากอนจุลินทรีย์และช่วยป้องกันการสะสมของกรดไขมันระเหย ทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าระบบยูเอสบีแบบไม่มีถังสร้างกรด ส่วนผลของการหมุนเวียนน้ำกลับที่มีต่อระบบยูเอสบียังไม่ชัดเจน

รัตนา (2537) และวรางคณา (2536) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดฟอสเฟตจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเป้งมันสำปะหลังโดยใช้ระบบแอนแอโรบิก-อ็อกซิก โดยรัตนา (2537) ใช้ระบบแอนแอโรบิกที่มีตัวกลาง ส่วนวรางคณา (2536) ใช้ระบบแอนแอโรบิกที่ไม่มีตัวกลาง ผลจากการศึกษาโดยรัตนา (2537) ซึ่งใช้ตาข่ายพลาสติกเป็นตัวกลางใส่ลงในถังแอนแอโรบิกและทำการทดลองที่ค่า Volumetric loading 0.067-0.8 กก. COD/ลบ.ม.-วัน พบว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัด COD, BOD และ SS ได้เท่ากับ 93.56, 98.97 และ 97.05% ตามลำดับ ที่ Volumetric loading 0.067 กก. COD/ลบ.ม.-วัน และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัด

ฟอสเฟตทั้งหมดและออกซิฟอสเฟต ได้ 62.60 และ 38.70% ตามลำดับ ที่ Volumetric loading 0.4 กก. COD/ลบ.ม.-วัน โดยมีระยะเวลาเก็บกักในถังแอมโมโรบิก 1 วันและในถังแอมโมโรบิก 6 ชม. และมีอัตราส่วน BOD:P ของระบบมีค่าสูงสุดคือ 100:0.480 อัตราการใช้ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นในรูปของมวลจุลินทรีย์โดยพิจารณาในรูปขององค์ประกอบ $C_4H_7O_2NP_k$ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ volumetric loading มีค่าลดลง ส่วนผลจากการศึกษาโดยวรังกณา (2536) ซึ่งใช้ระบบแอมโมโรบิกที่ไม่มีตัวกลาง โดยทำการทดลองที่ค่า volumetric loading ในช่วงเดียวกับรัตนนา (2537) และใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังแอมโมโรบิกและถังแอมโมโรบิก เท่ากับ 0.5-6 วัน และ 3-36 ชม. ตามลำดับ จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัด COD, BOD และ SS พบว่ามีค่าลดลงเมื่อ volumetric loading เพิ่มขึ้น โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัด COD, BOD และ SS ได้เท่ากับ 92.19, 98.90 และ 97.21% ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดฟอสเฟตทั้งหมดและออกซิฟอสเฟตได้ 61.69 และ 33.28% ตามลำดับ ที่ Volumetric loading 0.4 กก. COD/ลบ.ม.-วัน และพบว่าอัตราส่วน BOD:P ของระบบมีค่าสูงสุด เท่ากับ 100:0.475 อัตราการใช้ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นในรูปของมวลจุลินทรีย์โดยพิจารณาในรูปองค์ประกอบ $C_4H_7O_2NP_k$ พบว่ามีค่าลดลงเมื่อ volumetric loading เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าควรใช้ influent ที่มีค่า BOD และ COD ประมาณ 420 และ 740 mg./l. เพราะจะทำให้ฟอสเฟตใน Effluent มีค่าลดลงและไม่เกิดปัญหา Eutrophication

สุรินทร์ และคณะ (2527) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังโดยกระบวนการคอนแทกสเตปีไลเซชัน ผลจากการทดลองสรุปได้ว่ากระบวนการคอนแทกสเตปีไลเซชันสามารถใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีค่า COD ประมาณ 1,000 – 1,500 มก./ลบ.คม.ได้ดี โดยมีประสิทธิภาพในการลด COD ระหว่าง 92-95% โดยการควบคุมระบบให้มีค่าอายุของตะกอนในช่วง 5-20 วัน ระยะเวลาในถังคอนแทกอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในถังสเตปีไลเซชัน 8 ชม. และสูบทะกอนกลับในอัตราส่วน 100%

มรกต (2527) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาวิธีการบำบัดและผลิตพลังงานจากน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลังในถังปฏิกรณ์แบบครึ่งเซลล์ การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์และเพื่อกำจัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง รายงานฉบับนี้เป็นการรวบรวมผลงานในการใช้กระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion process) ในการบำบัดและผลิตพลังงาน (ก๊าซชีวภาพ) จากน้ำทิ้งโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและโรงงานต้นแบบ การทดลองในระดับห้องปฏิบัติการประกอบด้วยการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพในถังปฏิกรณ์แบบมีตัวกรองและแบบครึ่งฟิล์ม ที่บรรจุด้วยตัวกลางชนิดต่างๆ การศึกษาถึงกลุ่มจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพและผลของภาวะการเติมสารอินทรีย์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ ดังปฏิกรณ์ระดับโรงงานต้นแบบ เป็นถังปฏิกรณ์แบบมีตัวกรอง (Upflow anaerobic filter) ขนาด 168 ลบ.ม. สร้างขึ้นที่โรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันบ้านโป่ง จำกัด จ.ราชบุรี การออกแบบและการควบคุมการทำงานของระบบ ทำโดยวิศวกร และนักวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าทั้งหมัด โรงงานต้นแบบนั้นนอกจากจะใช้เป็นที่เก็บข้อมูลแล้วยังใช้เป็นระบบสาธิตและเป็นที่พักอบรมให้แก่ผู้ทำงานในด้านการบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะจากโรงงานอุตสาหกรรม ผลจากการศึกษาพบว่ากระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศในถังปฏิกรณ์ที่สามารถกักเซลล์จุลินทรีย์ไว้ในถังได้ เช่น แบบมีตัวกรองหรือครึ่งฟิล์ม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เพราะสามารถลดสารอินทรีย์ในรูปของซีโอดีลงไปได้ >80% และยังได้พลังงานที่สามารถนำไปใช้แทนน้ำมันเตาในการอบแห้งแป้งและผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้กับ

เครื่องจักรภายในโรงงาน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานผลิตแป้งมันขนาด 80 ตัน/วัน ที่มีปริมาณน้ำทิ้งวันละ 2,000 ลบ.ม. พบว่าการลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้ง ดังกล่าวจะมีความคุ้มค่าภายใน 3 ปี ทั้งนี้ต้องสามารถขายก๊าซชีวภาพส่วนที่เหลือใช้ภายในโรงงานได้ทั้งหมด

4.6 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแป้ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแป้งในช่วง 2536-2541 มีดังต่อไปนี้ มีการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนโดยใช้ระบบเครื่องกรองไร้อากาศ การทดลองนำจุลินทรีย์ธรรมชาติ EM.(Effective Microorganisms) มาใช้บำบัดน้ำเสียในนิคมขนมจีนของจังหวัดฉะเชิงเทรา การกำจัดแป้งออกจากน้ำทิ้งในโรงงานทำขนมอบกรอบโดยการกรองแบบไมโครฟิลเตรชัน การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นหมี่ก้วยเดียว เป็นต้น

สละ (2541) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนโดยใช้ระบบเครื่องกรองไร้อากาศ ซึ่งประกอบด้วยถังกรองไร้อากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 2 เมตร จำนวน 3 ใบต่อกันแบบอนุกรมและต่อดังคกตะกอนชั้นสุดท้าย 1 ใบ ภายในถังกรองไร้อากาศแต่ละใบจะมีตัวกรองพลาสติกสำเร็จรูปบรรจุอยู่สูง 1.2 เมตร ในการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 น้ำเสียเข้าระบบด้วยอัตราการรับสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 0.74-1.50 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน และอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 500 ลิตร/วัน มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 4 วัน ส่วนชุดที่ 2 น้ำเสียเข้าระบบด้วยอัตราการรับสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 1.60-2.50 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 1,000 ลิตร/วัน มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 2 วัน ผลการทดลองพบว่า ระบบเครื่องกรองไร้อากาศชุดที่ 1 มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยได้เท่ากับ 95.37, 95.89 และ 73.53% ตามลำดับ ส่วนชุดที่ 2 มีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยได้เท่ากับ 96.04, 96.70 และ 85.23% ตามลำดับ จะเห็นว่าการบำบัดซีโอดี และบีโอดีมีประสิทธิภาพ >80% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองชุด แต่การบำบัดของแข็งแขวนลอยมีเพียงชุดที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ >80% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าระบบสามารถรับสารอินทรีย์ที่ระดับต่างๆ กันได้ดี กล่าวคือ เมื่ออัตราการรับสารอินทรีย์เปลี่ยนจาก 0.74-1.50 เป็น 1.60-2.50 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน การบำบัดซีโอดีและบีโอดีของทั้งสองชุดมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนของแข็งแขวนลอยพบว่ามีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีอัตราการรับสารอินทรีย์ต่างกัน

สมบัติ และคณะ (2538) ได้ทดลองนำจุลินทรีย์ธรรมชาติ EM. (Effective Microorganisms) มาใช้บำบัดน้ำเสียและเป็นการพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมของนิคมขนมจีน จังหวัดฉะเชิงเทรา กระบวนการผลิตขนมจีนมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตประมาณ 700 – 1,000 ลบ.ม./วัน และมีค่า BOD เฉลี่ย 2,850 มก./ล. การทดลองทำในห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุด ชุดที่ 1 น้ำเสียเติมอากาศอย่างเดียว ชุดที่ 2 น้ำเสียเติมอากาศและจุลินทรีย์ EM. (อัตราส่วน 1: 1,000, 1: 5,000) ชุดที่ 3 น้ำเสียเติมจุลินทรีย์ EM. (อัตราส่วน 1:1,000, 1:5,000) ชุดที่ 4 ชุดควบคุมการทดลอง ผลการทดลองพบว่า การใช้จุลินทรีย์ EM. ร่วมกับการเติมอากาศในสัดส่วนของจุลินทรีย์ 1:1,000 และ 1:5,000 สามารถลดค่า BOD ได้ 97.89 และ 97.17% ตามลำดับ โดยใช้เวลา 19 วัน และค่า BOD อยู่

ในระดับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง ส่วนค่าตะกอนแขวนลอย (SS) ลดลง 92.23 และ 93.23% ตามลำดับ และอยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งเช่นกัน สำหรับการใช้ EM. เพียงอย่างเดียว (ไม่มีการเติมอากาศ) สามารถลด BOD และ SS ได้ 95.08 และ 86.73% (ที่สัดส่วน EM. 1:1,000) และ 96.84 และ 86.08% (ที่สัดส่วน EM. 1:5,000) ตามลำดับ โดยใช้เวลา (Detention time) 21 วัน การใช้ EM. สามารถช่วยลดกลิ่นเหม็นได้ด้วย

พงศธร (2539) ทำการศึกษาการกำจัดเป้งออกจากน้ำเสียในโรงงานทำขนมอบกรอบโดยการกรองแบบไม่โครฟิลเตรชันด้วยเยื่อแผ่นเซรามิกแบบหมุนได้ ได้ทำการทดลองกับน้ำเสียที่มาจากการแช่ข้าวเป็นหลัก โดยเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตและจากบ่อกัก พบว่าน้ำเสียที่มาจากการแช่ข้าว เมื่อกรองโดยใช้เครื่องกรองที่มีความเร็ว 2,000 รอบ/นาที ความดัน 6 ปอนด์/ตร.นิ้ว และอัตราการไหลที่เหมาะสม คือ 36 ลิ./ชม. ได้ค่า บีโอดี ซีโอดี และทีเอสเอส รีเจคชันที่ 91.9, 91 และ 97.6% ตามลำดับ จากค่ารีเจคชันจะเห็นว่าเครื่องกรองนี้สามารถลดค่าบีโอดี ซีโอดี และทีเอสเอสได้สูงมาก และที่ภาวะการทดลองเดียวกันนี้จะได้ค่าเพอมีเอชันฟลักซ์ของน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตและจากบ่อกักมีค่าสูงกว่าน้ำเสียจากการแช่ข้าว 43 และ 49% ตามลำดับ แต่ปริมาณน้ำเสียที่มาจากการแช่ข้าว (10 ลบ.ม./วัน) มีปริมาณน้อยกว่าน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิต (150 ลบ.ม./วัน) และบ่อกัก (น้ำเสียรวมที่มาจากการแช่ข้าวและกระบวนการผลิต) ประมาณ 10-15 เท่า

ยุวดีและคณะ (2537) ได้ทำการวิจัยเพื่อนำน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท คือ น้ำเสียจากโรงงานทำเต้าเจี้ยว โรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยว และน้ำเวย์เต้าหู้จากโรงงานทำเต้าหู้ มาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง *Spirulina platensis* ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม ปรากฏว่าน้ำเสียจากโรงงานทำเต้าเจี้ยวและโรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ได้ มีเพียงน้ำเวย์เต้าหู้จากโรงงานเต้าหู้ที่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ได้ทั้งระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม จากการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเวย์เต้าหู้ที่ความเข้มข้น 0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 15% ซึ่งมีการเติม NaHCO_3 , NaNO_3 , K_2HPO_4 และ ปุ๋ย NPK สูตร 16:16:16 ในปริมาณเท่ากับ 8.5, 1.5, 0.5 และ 0.6 กรัม/ลิตร ปรับ pH 10+1 เป็นเวลา 30 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพกลางแจ้ง พบว่าทั้งสองสภาพสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในน้ำเวย์เต้าหู้ความเข้มข้น 10% มีผลผลิตเซลล์สาหร่ายสูงสุด 32.1×10^4 เซลล์/มล.(ในสภาพห้องปฏิบัติการ) และ 11.2×10^4 เซลล์/มล.(ในสภาพกลางแจ้ง) และผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงคือสามารถลดค่า BOD ในสภาพห้องปฏิบัติการได้ 53.55% และในสภาพกลางแจ้งได้ 42.85% ส่วนการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม โดยใช้ถังเพาะเลี้ยงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1.19 ม. x 1.9 ม. x 0.60 ม. ความจุ 850 ลิตร มีใบพัดหมุนเพื่อเติมอากาศและกวนสารอาหาร สารอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงอัตราส่วนเช่นเดียวกับในระดับห้องปฏิบัติการ แต่เพิ่มปริมาตรเป็น 425 ลิตร มีความสูงจากกันดั้ม 30 ซม. ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อค่า Optical density เท่ากับ 0.6-0.8 โดยเก็บเกี่ยวจนปริมาณสารอาหารลดลงเหลือครึ่งหนึ่งแล้วเติมสารอาหารลงไปใหม่ พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด 10 ครั้ง ในเวลา 130 วัน ได้สาหร่ายสดน้ำหนัก 5,549.50 กรัม สาหร่ายแห้ง 348.33 กรัม โดยใช้ต้นทุนทั้งหมด 1,128 บาท 65 สตางค์ แยกเป็นค่าสารเคมี 687.40 บาท ค่ากระแสไฟฟ้า 441.25 บาท ถ้านำไปแปรรูปเป็นสาหร่ายอัดเม็ดน้ำหนัก 0.5 กรัม/เม็ด เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมของคนจะจำหน่ายได้ในราคา 3,833.50 บาท ถ้าใช้เป็นอาหารสัตว์จะจำหน่ายได้ในราคา 1,045.50 บาท ทั้งนี้คำนวณราคาตามท้องตลาดในปี 2536 โดยไม่ได้รวมค่าแรงงาน

จิระพรรณ (2536) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในของเสียจากอุตสาหกรรมพื้นบ้าน 3 ประเภท คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นหมี่ก้วยเตี๋ยว น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งขนมจีน และ น้ำสกัดจากกากถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมนมถั่วเหลือง โดยนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารราวกากในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง จากการศึกษาพบว่าของเสียจากอุตสาหกรรมพื้นบ้านทั้ง 3 ประเภท มีสารอาหารบางชนิดเพียงพอสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารเพื่อเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองได้ โดยสาหร่ายเกลียวทองเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นหมี่ก้วยเตี๋ยวที่ระดับความเข้มข้น 35% เป็นเวลา 2 วัน ส่วนในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งขนมจีนนั้น สาหร่ายเกลียวทองเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 10 วันและสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในน้ำสกัดจากกากถั่วเหลืองที่เติมอาหารสูตรขลุกไป ในอัตราส่วน 1:3 ภายในระยะเวลาการเพาะเลี้ยง 12 วัน ผลจากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเป็นเวลา 8-10 วันในน้ำเสียทั้ง 3 ประเภท พบว่าปริมาณโปรตีนของสาหร่ายเกลียวทองที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งขนมจีนมีปริมาณโปรตีนสูงสุด แต่หากต้องการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในระดับอุตสาหกรรม ควรเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นหมี่ก้วยเตี๋ยวที่ระดับความเข้มข้น 35% เป็นเวลา 2 วันแล้วทำการเก็บเกี่ยวทันที

4.7 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

จันทร์จนาและคณะ (2536) ได้ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียของโรงงานผลิตฟองเต้าหู้ในถังปฏิกรณ์แบบครึ่งฟิล์ม โดยน้ำเสียจากโรงงานผลิตฟองเต้าหู้มีปริมาณสารอินทรีย์เฉลี่ย 20,000 มก.ซีไอดี/ล. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2,050 มก./ล. และพีเอช 4.5-6.5 ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานดังกล่าวโดยใช้กระบวนการไร้อากาศในถังปฏิกรณ์แบบครึ่งฟิล์มที่มีแผ่นไนลอนเป็นวัสดุตัวกลางที่เคยใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีแก็งเป็นองค์ประกอบหลักมาก่อน พบว่า จุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ปรับตัวใช้น้ำเสียที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบได้ดี ที่ภาระการรับสารอินทรีย์ 4.5 กก.ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน ระยะกักเก็บ 3 วัน ระบบสามารถกำจัดสารอินทรีย์ในรูปซีไอดีได้ 90% ได้ก๊าซชีวภาพ 1.31 ลบ.ม./ลบ.ม.ถึง-วัน มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบ 75% หลังจากผ่านการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟองเต้าหู้ พบว่าจุลินทรีย์ในถังสามารถย่อยสลายเปปโตนได้เร็วกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

4.8 อุตสาหกรรมผลิตวุ้นเส้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตวุ้นเส้นในช่วงปี 2539 มีดังต่อไปนี้ การนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียของโรงงานผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียวโดยใช้สารโคโคแชนเป็นสารตกตะกอนและการกำจัดในเตردจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานวุ้นเส้นโดยวิธีออกซิเจน-แอนแอโรบิกที่มีตัวกลาง

ชาญชัย (2539) ได้ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียของโรงงานผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียวโดยใช้สารโคโคแชนเป็นสารตกตะกอน น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองได้มาจากระบวนการผลิต 2

แหล่ง คือ จากการล้างแป้งถั่วเหลือง และ จากการล้างรู้นเส้น ทำการทดลองโดยนำน้ำเสียจากทั้ง 2 แหล่ง มาปรับพีเอชเป็นค่าต่างๆกัน 6 ค่า ได้แก่ 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 และใช้ความเข้มข้นของโคโคแซนต่างๆกัน 12 ระดับ คือ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350 และ 400 มก./ล. ผลจากการทดลองพบว่าสารโคโคแซนเป็นโคเอกกูแลนท์และสามารถลดซีไอดี และนำกลับโปรตีนได้ดีที่พีเอช 4.5 โดยเฉพาะในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวเนื่องจากมีความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำเสียสูง โดยปริมาณโคโคแซนที่เหมาะสมเท่ากับ 100 มก./ล. และจะมีประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็น ซีไอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัวทั้งหมด และของแข็งระเหยได้ทั้งหมด 90.1, 90.7, 87.5, 83.3 และ 87.9% ตามลำดับ ซึ่งที่สภาวะการตกตะกอนดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีเท่ากับ 1.81 บาทต่อตะกอนโปรตีน 1.0 กก. ส่วนในน้ำล้างรู้นเส้นนำกลับโปรตีนได้ดีที่พีเอช 4.5 และความเข้มข้นโคโคแซน 150 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพในการลดทีเคเอ็น ค่าซีไอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัวทั้งหมด และของแข็งระเหยได้ทั้งหมด 61.4, 45.5, 33.5, 23.0 และ 36.5% ตามลำดับ และมีค่าใช้จ่ายด้านเคมีเท่ากับ 24.50 บาทต่อตะกอนโปรตีน 1.0 กก. แต่คุณภาพน้ำหลังการตกตะกอนยังไม่ดีพอ โดยในน้ำล้างแป้งถั่วเขียวมีค่าทีเคเอ็น ค่าซีไอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัวทั้งหมด และของแข็งระเหยได้ทั้งหมด คงเหลือเท่ากับ 2,761 34,991 37,826 5,274 และ 32,552 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนในน้ำล้างรู้นเส้นมีทีเคเอ็น ค่าซีไอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งคงตัวทั้งหมด และของแข็งระเหยได้ทั้งหมด คงเหลือเท่ากับ 373 10,198 25,810 6,680 และ 19,130 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนการใช้โคโคแซนร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟตพบว่า ปริมาณแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพการตกตะกอนของโปรตีน

ศิริพร (2539) ศึกษาการกำจัดไนเตรดจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานรู้นเส้นโดยวิธีออกซิเจน-แอนแอโรบิกที่มีตัวกลาง โดยในการทดลองนี้เป็นการทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันด้วยระบบแอ็กติเวเต็ดสลัดจ์และทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันด้วยระบบแอนแอโรบิกฟิเตอร์เรียงต่อกันตามลำดับ และใช้น้ำเสียของโรงงานแป้งมันเป็นแหล่งคาร์บอน โดยควบคุมอัตราส่วน C:N ที่เข้าระบบแอนแอโรบิกฟิเตอร์เท่ากับ 1.92, 3.52, 4.52 และ 6.52 พบว่าที่ความสูงตัวกลาง 160 ซม. ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีของระบบเท่ากับ 41.04, 51.94, 56.29 และ 49.59% ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการกำจัดไนเตรดของระบบเท่ากับ 30.30, 98.68, 99.65 และ 99.74% ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า กระบวนการดีไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ที่ค่าซีไอดีต่อไนเตรด (C:N) ตั้งแต่ 3.52 ขึ้นไป

4.9 อุตสาหกรรมอาหารประเภทอื่นๆ

ปิยนุช (2542) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตวุ้นมะพร้าวด้วยระบบเครื่องกรองไร้อากาศ โดยลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตวุ้นมะพร้าวที่นำมาใช้ในการทดลองมีซีไอดีอยู่ในช่วง 1,954-4,943 มก./ล. และมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 5-7 ลบ.ม./ผลผลิต 1 ตัน ผลการทดลองพบว่าเครื่องกรองไร้อากาศสามารถลดซีไอดีและของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียได้สูงสุดที่อัตราการรับสารอินทรีย์ 0.48 กก./ลบ.ม.-วัน โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากันคือ 79.5% และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรองไร้อากาศที่ระยะเวลาถัก

เก็บน้ำเสีย 24 และ 48 ชม. พบว่า ที่ระยะเวลาเก็บน้ำเสีย 48 ชม. มีประสิทธิภาพในการลดซีโอไซด์และของแข็งแขวนลอยสูงกว่าที่ระยะเวลา 24 ชม.

คณิงนิจ (2540) ได้ทำการศึกษาทดลองนำน้ำเสียจากสระผืนสภาพของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่น มาใช้เพิ่มค่าไนโตรเจนแก่ผักตบชวาแห้ง ด้วยการหมักกับผักตบชวาแล้วตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในก้านผักตบชวาในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม โดยใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้น 100% (BOD_5 เฉลี่ย 654.47 มก./ล.) และ 50% (BOD_5 เฉลี่ย 327.23 มก./ล.) การทดลองใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยควบคุมน้ำเสียให้ไหลเข้าสู่ถังปฏิกริยาดำยอัตราการไหล 1.2 ลิตร/ชม. อย่างต่อเนื่องจำนวน 2 ถัง ซึ่งในแต่ละถังมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. สูง 60 ซม. มีความจุประมาณ 42 ลิตร ตั้งแต่ถังใบถูกบรรจุด้วยก้านผักตบชวาแห้งที่หั่นเป็นท่อนขนาดความยาว 0.5-1.0 ซม. ให้มีปริมาตร 20 ลิตร เติมอากาศตลอดเวลาของการทดลอง จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนรวมในแต่ละถังทุกวันเป็นเวลาติดต่อกัน 16 วัน พบว่าก้านผักตบชวาที่ย่อยสลายในถังน้ำเสียที่มีความเข้มข้น 100% มีปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.651% ในเวลา 10 วัน ส่วนก้านผักตบชวาที่ย่อยสลายในน้ำเสีย 50% มีปริมาณไนโตรเจนรวมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.494% ในเวลา 12 วัน จากการทดสอบค่าไนโตรเจนรวมที่เพิ่มขึ้นในผักตบชวา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.10$) จึงพอสรุปได้ว่า การใช้ น้ำเสียที่มีความเข้มข้นไม่มากนักมาทำการหมักผักตบชวาจะเพิ่มค่าไนโตรเจนรวมได้ไม่แตกต่างกันกับเมื่อเจือจางความเข้มข้นของน้ำเสีย

พรศักดิ์ (2539) ศึกษาการลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช โดยทั่วไปต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียแบ่งออกได้เป็น ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนอื่นๆ โดยมีต้นทุนแปรผันเป็นต้นทุนหลัก ต้นทุนแปรผันจะประกอบด้วย ต้นทุนค่าสารเคมี และต้นทุนค่าไฟฟ้า ในการลดต้นทุนจึงมุ่งไปที่การลดต้นทุนแปรผัน โดยได้ทำการศึกษาดังเหตุผลและความจำเป็นในการใช้สารเคมีและไฟฟ้า จากนั้นก็ทำการพิจารณาหาวิธีการเพื่อลดการใช้และใช้เท่าที่จำเป็น ผลการลดต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีดังกล่าวทำให้ต้นทุนแปรผันลดลงจาก 62.29 บาท/ลบ.ม. ในปี 2535 เหลือเพียง 13.18 บาท/ลบ.ม. ในปี 2539 และทำให้ต้นทุนรวมลดลงจาก 85.50 บาท/ลบ.ม. ในปี 2535 เหลือเพียง 56.24 บาท/ลบ.ม. ในปี 2539

อาวุธ (2534) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์ที่มีถังปฏิกริยาหลายใบในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตยาและถูกกวาด ในการทดลองได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด โดยเปลี่ยนปริมาตรของถังเดิมจาก 1 ใบแรก ให้มีค่าเท่ากับ 3.6, 2.8 และ 0.8 ลิตร ตามลำดับ ส่วนถังเดิมจาก 1 ใบที่ 2 และ 3 มีปริมาตร 5.6 และ 4.2 ลิตรเท่ากันทุกการทดลอง น้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบมีค่าซีโอไซด์เฉลี่ยประมาณ 3,990, 2,690 และ 2,540 มก./ล. สำหรับการทดลองชุดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทำให้ความเข้มข้นของสารอาหารต่อจุลชีพ (F/M) ในถังเดิมจาก 1 ใบแรกมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5, 2.5 และ 10 กก.COD/กก.MLSS-วัน สำหรับการทดลองชุดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่า ระบบแอคติเวตเต็ดสลัดจ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์เท่ากับ 98.1, 99 และ 99.5% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าตะกอนจมตัวได้ดีตลอดการทดลอง โดยดูได้จากค่าดัชนีปริมาณตะกอน (SVI) ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 200 มล./กรัม ในการทดลองชุดที่ 1 และน้อยกว่า 100 มล./กรัม ในการทดลองชุดที่ 2 และ 3 นอกจากนี้ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากถังตะกอนจะมีลักษณะใส โดยมีค่าตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 23, 12 และ 11 มก./ล.

และมีค่า COD ต่ำ ส่วนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ออกจากระบบมีค่า COD เท่ากับ 92, 25 และ 24 มก./ล. สำหรับ การทดลองชุดที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

มันสิน (2524) ได้ศึกษาวิธีการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กด้วยระบบเอสบีอาร์ จาก โรงงานอุตสาหกรรม 3 ประเภท คือ โรงงานอาหารกระป๋อง โรงงานผลิตขนมเปี๊ยะข้าวเจ้า และโรงงานผลิตน้ำตาลเค็กโครตและเชอร์รี่พุด ปรากฏว่า ในระบบเอสบีอาร์ที่ใช้เป็นแบบที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง และมีเวลากักน้ำประมาณ 2-8 วัน สามารถกำจัดซีไอดีได้ >90% แต่ในกรณีที่น้ำเสียนี้ออกสูงมาก การระบายสลัดจ์ออกจาก ระบบเอสบีอาร์ จะช่วยทำให้สลัดจ์มีคุณสมบัติในการตกตะกอนได้ดียิ่งขึ้นและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี

5. อุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ

งานวิจัยประเภทอื่นๆ ในช่วงปี 2535-2540 การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นโดยวิธีย่อยสลายแบบไร้อากาศ การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปน้ำยางพารา การแยกน้ำมัน ในน้ำเสียด้วยเยื่อแผ่นอุตสาหกรรมฟิสิกส์แบบเซรามิค การประยุกต์ใช้เมล็ดกระเจียบแดงร่วมกับสารส้มในการตกตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: โรงงานผลิตกระดาษ การแยกไว้นิลอะซิเตทออกจากน้ำด้วยวิธี แอร์สตรึงในอุตสาหกรรมผลิตโคโพลิเมอร์ระหว่างไว้นิลคลอไรด์กับไว้นิลอะซิเตท อุตสาหกรรมสี และอื่นๆ การบำบัดน้ำที่ออกจากกระบวนการสลัดจ์กัมมันต์เพื่อให้ได้คุณภาพของน้ำเดิมหรือนำน้ำเย็น การลดอนุภาคสีของ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตสีโดยขบวนการโคแอกกูเลชัน การออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานไม้อัดแผ่น ใยบวบ การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้ระบบบ่อบำบัดอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม

จรรยา (2540) ได้ทดลองนำน้ำเสียจากระบบสกิมของโรงงานน้ำยางขึ้น ซึ่งมีค่าซีไอดีประมาณ 25,000-35,000 มก/ล. มาทำการบำบัดขั้นต้นโดยใช้วิธีการบำบัดแบบไร้อากาศ เพื่อลดค่าซีไอดีให้น้อยลง แล้วจึงใช้วิธี บำบัดทางชีวภาพที่เหมาะสมในขั้นต่อไป จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาพีเอชและเวลากักเก็บที่เหมาะสม ของระบบ และหาค่าคงที่ของการบำบัด (K) การทดลองทำในถังบำบัดไร้อากาศขนาด 0.15 ลบ.ม. จำนวน 1 ถัง โดยปรับพีเอชของน้ำตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 7.5-9.5 และปรับอัตราการไหลเพื่อให้มีเวลากักเก็บ 21, 14 และ 10 วัน ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะเวลากักเก็บ 21 วัน ภาระบรรทุกซีไอดีเริ่มต้นเท่ากับ 0.2 กก./ลบ.ม.-วัน เมื่อผ่านระบบบำบัด ซีไอดีลดลงประมาณ 41.6% เกิดกรดไขมันระเหยได้ประมาณ 7,000-9,000 มก/ล. (อะซีติก) พีเอช 7.6-7.8 ที่ระยะเวลากักเก็บ 14 วัน ภาระบรรทุกซีไอดีเริ่มต้นเท่ากับ 0.3 กก./ลบ.ม.-วัน

เมื่อผ่านระบบบำบัด ซีไอดีลดลงประมาณ 41.6% เกิดกรดไขมันระเหยได้ประมาณ 7,800 - 9,500 มก./ล. พีเอช 6.8-7.2 ส่วนที่ระยะเวลากักเก็บ 10 วัน ภาระบรรทุกซีไอดีเท่ากับ 0.4 กก./ลบ.ม.-วัน ระบบเริ่มล้มเหลว ซีไอดีของน้ำออกจากกระบวนการบำบัดลดลงประมาณ 19% เกิดกรดไขมันระเหยได้ประมาณ 10,000-12,000 มก/ล. พีเอช 6.3-6.7 ค่าคงที่ของการบำบัด เท่ากับ 0.045 ต่อวัน ดังนั้นระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสม ควรมากกว่า 14 วัน เนื่องจากค่า พีเอช อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของแบคทีเรียสร้างมีเทน จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาแนวทางในการวิจัยต่อไป โดยทำการทดลองในถังบำบัด 2 ถัง ดังแรกเป็นถังกรด ถังที่สองเป็นถังมีเทน

สมนึก (2539) การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปน้ำยางพารา โดย น้ำเสียเหล่านั้นจะประกอบด้วยซีรัมหลังจากการแยกยางแล้วซึ่งมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์และ สารประกอบอื่นๆอีกหลายชนิด รวมทั้งน้ำเสียจากการปฏิบัติการต่างๆ เช่น น้ำเสียจากการล้างวัตถุดิบ การล้าง ผลิตภัณฑ์ และการล้างเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งมีทั้งสารที่เป็นอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร ทำให้ยากต่อการบำบัด จึงได้ทำการทดลองเลี้ยง *Rhodocyclus spp.2* สายพันธุ์ คือ TRS102 และ KT 502 ในน้ำเสียจากการแปรรูปน้ำ ยางพาราบ่อที่ 1 ของบริษัทสยามแซมเพอร์เมท จำกัด และบริษัทรับเบอร์แลนด์ จำกัด พบว่าที่สภาวะไร้อากาศมี แสง (ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์) เชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ปริมาณวัตถุแห้งและอัตราการ เจริญจำเพาะสูงสุดอยู่ในช่วง 1.10-1.36 ก./ล. และ 0.05-0.06 ต่อชม. ตามลำดับ และสามารถลดค่าซีไอดีได้สูงสุด อยู่ในช่วง 78.4-82.0% โดยพบว่าเชื้อสายพันธุ์ TRS102 ให้ปริมาณวัตถุแห้ง อัตราการเจริญจำเพาะ และการลดค่า ซีไอดีได้สูงกว่าสายพันธุ์ KT502 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของพีเอช และ ความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญ เติบโตและการลดค่าซีไอดีของ *Rhodocyclus spp.2* สายพันธุ์ในน้ำเสียจากการแปรรูปน้ำยางพาราภายใต้สภาวะ ไร้อากาศมีแสง พบว่า สภาวะที่เหมาะสมคือ พีเอช 7.0 ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ปริมาณวัตถุแห้งและอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดอยู่ในช่วง 1.02-1.40 กรัมต่อลิตร และ 0.05 ต่อชม. ตามลำดับ และสามารถลดค่าซีไอดีได้สูงสุดอยู่ในช่วง 70.8-76.0% โดยพบว่าเชื้อสายพันธุ์ TRS102 ให้ปริมาณ วัตถุแห้ง อัตราการเจริญจำเพาะ และการลดลงของค่าซีไอดีสูงกว่าสายพันธุ์ KT 502 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังนั้นจึงมีแนวทางเป็นไปได้ในการนำเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง 2 สายพันธุ์ไปประยุกต์ใช้ในการ บำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปน้ำยางพาราต่อไป

ขวัญจิต (2539) ได้ทำการแยกน้ำมันในน้ำเสียด้วยเยื่อแผ่นอุตสาหกรรมฟิลเตรชันแบบเซรามิก น้ำเสียที่ใช้ใน งานทดลองมี 2 ชนิด คือ น้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ในการบำบัดขั้นต้นมีการ แยก Free Oil โดยใช้อุปกรณ์แผ่นลูกกลอน ซึ่งพบว่าสามารถแยก Free Oil ได้ประมาณ 93% แต่แยก Emulsified Oil ได้เพียง 0.8% เท่านั้น ขั้นตอนต่อมาเป็นการแยก Emulsified Oil ด้วยเยื่อแผ่นเซรามิกแบบ Multichannel monolith ที่มี MWCO 150,000 และ 50,000 โดยได้ทดลองที่อุณหภูมิคงที่ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในช่วงความ ดัน 120-500 kPa ความเร็วในการไหลผ่านเยื่อแผ่น 1.5-4.7 ม./วินาที และความเข้มข้นของสารป้อน 2,310- 154,000 ppm เมื่อพิจารณาจากค่าฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์การกักกันของเยื่อแผ่นอุตสาหกรรมฟิลเตรชันแบบเซรามิก พบ ว่าควรใช้สภาวะการแยกที่ความดัน 120 kPa และความเร็วในการไหลผ่านเยื่อแผ่น 4.7 ม./วินาที เนื่องจากสภาวะ ดังกล่าวให้ค่าฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์การกักกันสูง สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงจากโรงงานที่มีความเข้ม ข้นใกล้เคียงกัน พบว่าฟลักซ์และเปอร์เซ็นต์การกักกันน้ำมันของการแยกน้ำเสียทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ เปอร์เซ็นต์การกักกันของแข็งรวมต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์การกักกันน้ำมัน คาดว่าเกิดจากสิ่งเจือปนอื่นๆมีขนาดอนุภาค เล็กจึงสามารถผ่านเยื่อแผ่นได้ง่าย ผลของการใช้เยื่อแผ่นที่มี MWCO 150,000 แยกน้ำมันในน้ำเสียที่มีความเข้ม ข้นเริ่มต้น 2,310 ppm ได้เพอมีเอทที่มีความเข้มข้นประมาณ 170 ppm และเมื่อนำเพอมีเอทดังกล่าวไปแยกต่อด้วย เยื่อแผ่นที่มี MWCO 50,000 พบว่าเพอมีเอทที่ได้มีความเข้มข้นน้ำมันเพียง 2-8 ppm ผลการวิเคราะห์ขนาดหยดน้ำ มันใน สารป้อน, รีเทนเทท และเพอมีเอท ด้วยเครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค พบว่าหยดน้ำมันในเพอมีเอทมีหยด น้ำมันที่มีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อแผ่น จึงอาจเป็นไปได้ว่าน้ำมันที่มีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อแผ่นเกิดการ

เปลี่ยนแปลงรูปร่างและผ่านเยื่อแผ่นไปได้ และอีกลักษณะหนึ่งคือ หยดน้ำมันที่มีขนาดเล็กกว่าและใกล้เคียงกับขนาดรูพรุนของเยื่อแผ่นเกิดการรวมตัวกันในระหว่างที่ไหลผ่านเยื่อแผ่นได้เป็นหยดน้ำมันที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จากการวิเคราะห์ความต้านทานซึ่งประกอบความต้านทานของเยื่อแผ่น (R_m), ความต้านทานจากการเกิด fouling (R_p) พบว่า R_m มีค่าคงที่ส่วน R_f และ R_p จะสูงขึ้นตามความดันและความเข้มข้นของสารป้อนที่เพิ่มขึ้น แต่ความต้านทานดังกล่าวจะลดลงเมื่อความเร็วในการไหลผ่านเยื่อแผ่นสูงขึ้น และที่ความดันสูงๆ R_f จะมีความสำคัญต่อฟลักซ์มากกว่าความต้านทานอื่นๆ

พิชญา (2538) การประยุกต์ใช้เมมเบรนกรองร่วมกับสารส้มในการตกตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: โรงงานผลิตกระดาษ พบว่าเมมเบรนกรองเป็นเมมเบรนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยตกตะกอน สามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูกเนื่องจากสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล จากการทดลองนำเมมเบรนกรองมาใช้เป็นสารช่วยตกตะกอนร่วมกับสารส้มในการตกตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตกระดาษชนิดที่ไม่มีสารเคมีในกระบวนการผลิต พบว่าเมื่อความขุ่นของน้ำอยู่ในช่วง 150 ถึง 437 NTU และใช้ความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมเท่ากับ 200 มก./ล. จะสามารถใช้เมมเบรนกรองเป็นสารช่วยตกตะกอนได้และสามารถลดความขุ่นได้ดีกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว โดยความเข้มข้นของเมมเบรนกรองที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3-5 มก./ล. ซึ่งสามารถลดความขุ่นได้ดีที่สุด และการใช้เมมเบรนกรองเป็นสารช่วยตกตะกอนจะเสียค่าใช้จ่ายต่อการลดความขุ่น 1 NTU ต่อน้ำ 1,000 ลบ.ม. ต่ำกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียวประมาณ 0.1-0.2 บาท

สมเกียรติ (2538) ได้ศึกษาทดลองแยกไวโนลอะซิเตทออกจากน้ำด้วยวิธีแอร์สตริปปีง โดยได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการแยกไวโนลอะซิเตทออกจากน้ำ โดยได้ศึกษาถึงอิทธิพลและอัตราส่วนของปริมาตรต่อการแยกไวโนลอะซิเตทออกจากน้ำ อุณหภูมิของอากาศและของเหลวที่ป้อน และความสูงของหอต่อประสิทธิภาพของหอ รวมทั้งได้ศึกษาการถ่ายเทมวลสารในหอแยกสารแอร์สตริปปีงแบบแพคในระบับหึ่งปฏิบัติการ จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนของอากาศต่อของเหลวที่ป้อนที่เหมาะสมที่สุด คือ 366 และอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำโดยปริมาตรนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการถ่ายเทมวลและประสิทธิภาพของหอ และพบว่าอุณหภูมิของของเหลวและอากาศที่ป้อนก็มีอิทธิพลโดยตรงต่อการถ่ายเทมวลและประสิทธิภาพของหอ นอกจากนี้ยังพบว่าความสูงของหอไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของหอ และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลในหอ

สมนึก (2538) การบำบัดน้ำที่ออกจากกระบวนการสกัดจัมมอนด์เพื่อให้ได้คุณภาพของน้ำเหมาะสมที่จะใช้เติมหอทำน้ำเย็นทำให้สามารถใช้ประโยชน์เป็นแหล่งน้ำได้ การศึกษานี้เป็นการพัฒนาวิธีการบำบัดขั้นสูงของน้ำที่ออกจากกระบวนการสกัดจัมมอนด์ ระบบบำบัดประกอบด้วย การกรองด้วยวัสดุเม็ด 2 ชนิด การแลกเปลี่ยนไอออน และเบรคฟอยด์คลอรีนชัน จากผลการวิจัยพบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับหน่วยปฏิบัติการแต่ละหน่วยเป็นดังนี้ เงื่อนไขการกรองด้วยวัสดุเม็ด 2 ชนิด ได้แก่ ชั้นทรายซึ่งมีความสูง 20 ซม. และชั้นแอนทราไซด์ซึ่งมีความสูง 40 ซม. และอัตราการไหลของน้ำเข้า 20 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. เงื่อนไขการแลกเปลี่ยนไอออน ได้แก่ ชั้นเรซิน Duolite C20 ซึ่งมีความสูง 90 ซม. และอัตราการไหลของน้ำเข้า 10 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. เงื่อนไขของเบรคฟอยด์คลอรีนชัน ได้แก่ ปริมาณโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่เติมตอนแรก 2.7-3.0 มก./ล. โดยลำดับของปฏิบัติการในระบบเป็นดังนี้ เริ่มต้นจากการกรองด้วยวัสดุเม็ดเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอย จากนั้นผ่านน้ำเข้าสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนไอออนเพื่อกำจัดความเป็นด่าง น้ำที่ออกมาจะมีก๊าซละลายอยู่จึงนำไปผ่านหอไล่ก๊าซเพื่อกำจัดก๊าซ น้ำจากหอ

ไว้ถ้าขมิสภาพเป็นกรดจึงนำมาสะเทินด้วยน้ำจากการกรองด้วยวัสดุเม็ดในสัดส่วนที่เท่ากัน สุดท้ายนำน้ำที่ผสม มาแ้วมาเติมโซเดียมไฮโปคลอไรด์เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อคอลลีฟอร์ม ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า น้ำที่ออกจากระบบดังกล่าวมีคุณภาพเหมาะต่อการดื่มในหอทำน้ำเย็น

เพ็ญแข (2537) ทำการศึกษาวิจัยเพื่อลดอนุภาคสีของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสี ด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชันโดยใช้สารส้มและเฟอริกซัลเฟต เป็นสารโคแอกกูแลนต์ ทำการทดลองโดยเติมสารส้มในปริมาณ 0.4 , 0.8 และ 1.6 กรัม/ลิตร และเฟอริกซัลเฟตในปริมาณ 0.25 , 0.50 และ 1.00 กรัม/ลิตร และทำการปรับค่าพีเอชเริ่มต้นเป็น 7 , 9 และ 11 ผลจากการทดลองพบว่า เมื่อใช้สารส้มเป็นสารโคแอกกูแลนต์ จะมีประสิทธิภาพในการลดความขุ่น และค่า COD เฉลี่ยระหว่าง 49.93-99.90 และ 19.26-35.17% โดยมีค่าพีเอชเฉลี่ยภายหลังดำเนินการกระบวนการโคแอกกูเลชันเท่ากับ 5.41-10.27 ส่วนในกรณีของเฟอริกซัลเฟต พบว่า จะมีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่น และค่า COD เฉลี่ย ระหว่าง 48.63-99.90 และ 19.19-33.65% ตามลำดับ และมีค่าพีเอชเฉลี่ยภายหลังดำเนินการกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้ว เท่ากับ 4.81-10.33 เมื่อพิจารณาผลการทดลอง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสี คือ สภาวะที่ใช้สารส้ม 0.8 กรัม/ลิตร (โดยปรับค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 9) ซึ่ง จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นและค่า COD เฉลี่ย เท่ากับ 98.64 และ 29.94%

บุญส่ง (2536) ทำการออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานไม้อัดแผ่นเรียบที่มีกำลังผลิต 200 ตัน/วัน ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก ใช้น้ำในกระบวนการผลิตเฉลี่ย 2,152 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราการใช้ น้ำ 10.76 ลบ.ม./ตัน ปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าโรงงานรวมเฉลี่ยวันละ 4,696 ลบ.ม. และปริมาณน้ำ recycle เฉลี่ยวันละ 2,544 ลบ.ม. น้ำเสียที่ออกจากโรงงานประกอบด้วย น้ำเสีย black water (B/W) 329 ลบ.ม./วัน บีโอดีเฉลี่ย 11,446 มก./ล. และน้ำเสีย white water (W/W) 1,712 ลบ.ม./วัน บีโอดีเฉลี่ย 2,735 มก./ล. ปริมาณน้ำเสียทั้งสองรวมมีค่า เท่ากับ 2,041 ลบ.ม./วัน อัตราน้ำเสีย 10.21 ลบ.ม.ต่อตันการผลิต ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันประกอบด้วย บ่อ กักตะกอนน้ำเสีย B/W 2 บ่อ บ่อกักตะกอนน้ำเสีย W/W 2 บ่อ บ่อไร้อากาศ 2 บ่อ บ่อเติมอากาศ 3 บ่อ และบ่อ ออกซิเจน 1 บ่อ จากการประเมินความสามารถการทำงานของระบบ อยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะบ่อไร้อากาศบ่อ 1 และ บ่อ 2 รับภาระบรรทุกบีโอดีสูงกว่ามาตรฐานต่างประเทศในเขตหนาวถึง 10-20 เท่า แต่ระบบดังกล่าวไม่ สามารถรับน้ำเสียรวม B/W และ W/W ได้ เพราะเกินขีดความสามารถของบ่อไร้อากาศ จำเป็นต้องปรับปรุงระบบ บำบัดน้ำเสียเดิม ระบบฯที่เลือกใช้ในการปรับปรุงคือบ่อไร้อากาศ บ่อเติมอากาศ และบ่อออกซิเจน การปรับปรุง แบ่งเป็น 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 เป็นการปรับปรุงระบบบ่อเติมสำหรับรองรับน้ำเสียในปัจจุบันทั้ง B/W และ W/W โดยเพิ่มบ่อไร้อากาศบ่อ A ความจุ 6,900 ลบ.ม. ลึก 2.3 ม. พื้นที่ผิว 3,000 ตร.ม. เพื่อรับน้ำเสีย B/W และ แยกน้ำเสีย W/W ออกเป็นสองส่วนปริมาณเท่า ๆ กันเข้าบ่อไร้อากาศ บ่อ 1 และ บ่อ 2 และทางเลือกที่ 2 เป็นการ เพิ่มศักยภาพของระบบบำบัดน้ำเสียรวมหลังจากได้ทำการปรับปรุงโดยทางเลือกที่ 1 เพื่อรับน้ำเสียในอนาคต ซึ่ง จะมีน้ำเสียออกจากโรงงาน MDF ประมาณ 810 ลบ.ม./วัน บีโอดี 1,000 มก./ล. โดยการปรับปรุงจะเพิ่มบ่อไร้อากาศ บ่อ B ความจุ 11,500 ลบ.ม. ลึก 2.3 ม. พื้นที่ผิว 5,000 ตร.ม. เพื่อรับน้ำเสีย MDF และน้ำเสีย B/W ส่วน หนึ่ง คุณภาพน้ำหลังการบำบัดมีค่าบีโอดีได้ตามมาตรฐานสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ค่าลงทุน สำหรับทางเลือกที่ 1 และ 2 มีค่า 15.97 และ 17.33 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ

มณฑล (2535) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้ระบบบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม โดยใช้แบบทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีระยะเวลากักเก็บน้ำ 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน พบว่า พารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ มีค่า $K_s = 135.70$ มก./ล., $\mu_m = 0.059$ ชม.⁻¹, $Y_g = 0.7692$ และ $b = 0.0023$ ชม.⁻¹ การนำพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ไปทำนายผลการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศแบบอนุกรม 3 บ่อ ที่มีระยะเวลากักเก็บน้ำ 5.4, 3.6 และ 1.8 วัน เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองบำบัดน้ำเสียจริง พบว่าซีโอดีจากการทดลองมีค่าสูงกว่าผลจากการทำนาย โดยมีค่าแตกต่างกัน 13.08, 34.94 และ 13.56% ส่วนความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากการทดลองมีค่าต่ำกว่าผลจากการทำนาย โดยมีค่าแตกต่างกัน 5.76, 12.50 และ 10.52% ในบ่อเติมอากาศใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ การเปรียบเทียบการทำงานของบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม 3 บ่อ กับบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์แบบเดี่ยว ที่มีระยะเวลากักเก็บน้ำ 9 วันเท่ากัน พบว่า การทำงานของบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม 3 บ่อ มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงกว่าเล็กน้อย ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของอนุกรมบ่อ และบ่อเดี่ยวมีค่า 96.27 และ 94.11% ตามลำดับ

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมในหัวข้อการบริหารจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศไทย พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีไม่มากนัก และงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ในระดับมหาบัณฑิต การวิจัยจึงมีข้อจำกัดในหลายประการ ทำให้ไม่สามารถวิจัยในเชิงเจาะลึกหรือวิจัยอย่างต่อเนื่องในด้านเนื้อหาเพื่อให้ครอบคลุมในทุกประเด็นที่สำคัญ เพื่อให้ผลในการนำไปปฏิบัติใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยส่วนใหญ่จึงเป็นไปในลักษณะเพียงชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของงานวิจัยว่ามีแนวโน้มที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้มากน้อยเพียงใดเท่านั้น ถ้าจะมีการนำไปใช้จริงๆ ก็ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอีกหลายประเด็นจึงจะได้องค์ความรู้ที่ครบถ้วนสมบูรณ์สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างมั่นใจ

ในส่วนของงานวิจัยที่มีการนำหลักการ “ลดปริมาณของเสีย” มาใช้ในการบริหารจัดการน้ำเสีย เช่น จากอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้าขนาดเล็กนั้นพบอยู่ 1 งานวิจัย ซึ่งได้ผลค่อนข้างน่าประทับใจ เพราะทำให้สามารถลดปริมาณน้ำเสียจากส่วนต่างๆ ของกระบวนการผลิตลงได้ 70 – 92% และลดการสูญเสียโลหะไปกับน้ำเสียได้ 73 – 82% ซึ่งการลดปริมาณของเสียนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดไว้เป็นนโยบายที่จะให้การสนับสนุนและมีการออกมาตรการต่างๆ เพื่อกระตุ้นและจูงใจให้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ของไทยให้แพร่หลายมากขึ้น เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดนี้จะครอบคลุมถึง “การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน” ดังนั้นการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาให้กับอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ จึงน่าจะมีส่วนช่วยให้การบริหารจัดการน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนของการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนัก ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้าซึ่งได้แบ่งออกเป็น 5 วิธีนั้น งานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีการบำบัดในแต่ละวิธีจะเน้นศึกษาเฉพาะกับโลหะหนักบางตัวเท่านั้น ไม่ครอบคลุมโลหะหนักทุกตัวที่พบในน้ำเสียของอุตสาหกรรมประเภทนี้ และเมื่อทำการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียแล้วจะได้ของเสียชนิดใหม่เกิดขึ้น ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่จะยุติแค่เพียงการบำบัดน้ำเสียได้ตามต้องการ แล้วไม่ได้พิจารณาต่อไปถึงการบริหารจัดการกับของเสียชนิดใหม่ที่เกิดขึ้น เช่น การบำบัดโดยวิธีเคมี จะได้ของเสียเป็นกากตะกอนโลหะหนักเกิดขึ้น การบำบัดโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออนจะได้เรซินที่มีไอออนของโลหะหนักเกาะติดอยู่ (มีการทดลองต่อเนื่องเพื่อจะทำการรีเจนเนอเรตเรซินบ้าง แต่ผลการทดลองยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก ทั้งในแง่ของการนำโลหะหนักที่ได้ และ เรซินที่รีเจนเนอเรตแล้วกลับไปใช้งานใหม่) การบำบัดโดยวิธีดูดซับจะได้เส้นใยปาล์ม เบนโทไนท์ ไคโตซาน ซึ่งปนเปื้อนด้วยโลหะหนักที่ดูดซับไว้ การบำบัดโดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิลเตรชันได้น้ำเสียเข้มข้นที่มีพอลิอิเล็กโตรไลต์ที่มีประจุบวกกับโครเมียมไอออนถูกกักเอาไว้โดยเมมเบรนของอัลตราฟิลเตรชันเกิดขึ้น และการบำบัดโดยใช้พืชหรือแบบบึงประดิษฐ์จะได้พืชที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักที่ถูกดูดซับเอาไว้ โดยเฉพาะที่บริเวณรากและดินที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนัก โดยโลหะหนักจะตกตะกอนหรือถูกดูดซับอยู่ในดินเป็นส่วนใหญ่ (> 90%) จะเห็นได้ว่ายังไม่มีการบริหารจัดการกับของเสียชนิดใหม่ที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียวิธีต่างๆนี้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งๆที่เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมาก ดังนั้นช่องว่างขององค์ความรู้ในส่วนนี้จึงควรมีการวิจัยเพื่อปิดช่องว่างเสียเพื่อทำให้องค์ความรู้สมบูรณ์มากขึ้น

การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากช่องว่างขององค์ความรู้ที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปทิศทางการวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

1. ควรทำการศึกษาวิจัยเพื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้ปัญหาการจัดการทางด้านน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆลดน้อยลง
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้ครอบคลุมชนิดของมลสารที่มีอยู่ในน้ำเสียทั้งหมดเพื่อให้ผลของงานวิจัยสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ และควรมีการกระตุ้นให้เกิดการวิจัยอย่างต่อเนื่องในด้านเนื้อหา โดยให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญๆ เพื่อกสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างแท้จริง โดยไม่ต้องศึกษาเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้งานอีก รวมถึงทำการวิจัยหาวิธีการใหม่ๆ ซึ่งอาจจะดีกว่าวิธีเดิมมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย
3. ควรทำการวิจัยหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อจัดการกับของเสียชนิดใหม่ที่เกิดขึ้นจากวิธีการบำบัดที่นำมาใช้ เช่นกรณีของโลหะหนัก จะได้กากตะกอนโลหะหนักหรือพืชและดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากวิธีการกำจัดโลหะหนักที่นำมาใช้ เป็นต้น
4. ควรมีการศึกษาวิจัยวิธีการรีเจนเนอเรตเรซินที่ได้จากวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแลกเปลี่ยนไอออน เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และทำได้ในลักษณะเหมือนเป็นงานประจำทั่วไป รวมทั้งหาอายุการใช้งานของเรซิน วิธีการตรวจสอบการหมดอายุการใช้งานของ

เรซิน ถ้านำไปใช้กำจัดโลหะหนัก ควรมีการวิจัยถึงการนำโลหะหนักที่ได้จากการรีเจนเนอเรตเรซิน กลับไปใช้งานใหม่ด้วย เป็นต้น

ผลงานด้านการบริหารจัดการน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ

1. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2542. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมฟอกย้อม. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
2. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2541. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสัตว์ปีก. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
3. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2540. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมฟอกหนัง. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กมลรัตน์ ดิประเสริฐวงศ์. (2539). การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแยกดีแอมัลทิฟิเคชันในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยการเติมผงถ่านกัมมันต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัมมาศ สุทธิเรืองวงศ์. (2539). การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัสนา อุทัยจารุ. (2542). การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลม. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กิตติ ชีรสระเดช. (2538). การศึกษาระดับห้องปฏิบัติการของการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลมโดยกระบวนการยูเอสบี. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กิตติศักดิ์ ดันชนะชัย. (2539). การใช้ยูเอสบีบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เกศสุชา พูลคำ. (2537). การกำจัดโลหะหนักโดยการใส่เรซินแลกเปลี่ยนไอออน ที่ทำจากขาน้อยและผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขจรศักดิ์ โกศลมนตรี. (2538). การใช้ผักตบชวาในการนำโลหะหนักที่เกิดอยู่ในน้ำล้างชิ้นงานจากกระบวนการชุบ นิกเกิลด้วยไฟฟ้ากลับมาใช้ใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. (2539). การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากกระบวนการวิเคราะห์ค่าซีไอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึก ทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิต วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญจิต วงษ์ขารี. (2539). การแยกน้ำมันในน้ำเสียด้วยเยื่อแผ่นอุลตราฟิลเตรชั่นแบบเซรามิก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ขวัญเรือน หลีสิน. (2540). การสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักโดยใช้เชื้อ Thiobacillus ferrooxidans. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- คณินิจ แสงสุวรรณ. (2540). การใช้น้ำเสียโรงงานสัตว์ เพิ่มค่าไนโตรเจนแก่ผักตบชวาแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญา สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จรรยา อินทมณี. (2540). การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นโดยวิธีย่อยสลายแบบไร้อากาศ : ทนวิจัย ประเทหนักวิจัยใหม่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีงบประมาณ 2538. ภาควิชา วิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จันทร์จนา ดันสกุล, จุฬารักษ์ กำเนิดเพชร, อรรถพร นพรัตน์, มรกต คันทิเจริญ, ศักรินทร์ ภูมิรัตน์ และสมศรี ลิปิ พัฒนวิทย์. (2536). การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งโรงงานผลิตฟองเด้าในถังปฏิกรณ์แบบครึ่งฟิล์ม การ ประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19 , 27-29 ตุลาคม 2536 ณ โรงแรม ดุสิต เจ.บี. หาดใหญ่ สงขลา.
- จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. (2539). การกำจัดโลหะหนักในน้ำโดยใช้ขี้เถ้าลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหา บัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุทัศน์ มลิทธะเลข. (2537). การบำบัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จินตนา แป้นสุวรรณ. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะภาพของการกำจัดสีจากน้ำเสียโรงฟอกย้อมระหว่าง กระบวนการเอสปีอาร์แบบธรรมดา กับแบบแอนนอนอกซิก+แอนแอโรบิก/ออกซิก. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จินตนา สายวรรณ. (2541). รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาการกำจัดสารโครเมียมออกจากน้ำทิ้งโรงงานชุบ โครเมียมโดยใช้พอลิอิเล็กโตรไลต์. วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- จิระพรรณ สุขสีงาม.(2536).การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในของเสียจากอุตสาหกรรมพื้นบ้าน. บทคัดย่องานวิจัยและสรุปผลการดำเนินงานบริการวิชาการสู่ชุมชนมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2535-2539.
- ฉวีพันธ์ ทรวงเกียรติกุล. (2539). การกำจัดตะกั่วและนิกเกิลจากน้ำเสียโดยใช้พืชลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาคเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชนะวัฒน์ นูนาค. 2538. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อสีของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชลธิชา นุ่มหอม และเอกพล เหมรา.(2536).การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานโดยใช้ Airlift Bioreactor. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, 27-29 ตุลาคม 2536 ณ โรงแรมดุสิต เจ.บี. หาดใหญ่ สงขลา.
- ชัยวัฒน์ บัญญัติศรีกุล. (2540). การกำจัดทองแดงและนิกเกิลออกจากน้ำเสียโดยกระบวนการสร้างและการรวมตะกอนด้วยสารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชาญชัย แสงภักดีจิต.(2539). การนำกลับโปรตีนจากน้ำเสียของโรงงานผลิตวุ้นเส้นจากถั่วเขียวโดยใช้สารไคโตแซนเป็นสารตกตะกอน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาญศักดิ์ ศึกษานวล.(2542).การศึกษาประสิทธิภาพของระบบแอสบิอาร์ในการบำบัดสารอินทรีย์ในโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากโรงงานปลาหมึก. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชญ์รัตน์ สุวรรณ. (2535). การกำจัดโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดลเดช ตั้งตระการพงษ์. (2539). การควบคุมมลพิษในโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าขนาดเล็กโดยวิธีการลดปริมาณของเสียและการบำบัดด้วยการแลกเปลี่ยนไอออน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดวงกมล พรหมสุวรรณ. (2541). การกำจัดโครเมียมและนิกเกิลจากน้ำเสียโดยใช้เส้นใยปาล์มปรับสภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ดวงสมร ผดุงเกียรติวงศ์. (2540). การเปรียบเทียบการทำปฏิกิริยาโฟลด์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมแล้วลอยลิกไนต์และปูนซีเมนต์ผสมชิลิกาฟูม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงศักดิ์ ศรีทุมมา. (2538). บทคัดย่อการประชุมวิชาการของกรมอนามัยประจำปีงบประมาณ 2538 : การกำจัดสารตะกั่วออกจากน้ำเสียของโรงงานแบตเตอรี่โดยใช้ขี้เถ้าถ่านลิกไนต์. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

- ทิพย์ ชัยวิริยกุล. (2537). การนำโลหะหนักเกิดในน้ำเสียจากการชุบโลหะกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ กาญจนา ครองธรรมชาติ. (2535). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ : การใช้โพลีอูมิเนียมคลอไรด์ในการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงย้อม. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2527). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ : การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงย้อมผ้า. ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล และสถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2528). รายงานการศึกษา : ภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย. บริษัทผาแดงอินดัสทรี จำกัด. บริษัทเมตริก จำกัด.
- ธนภัทร จิตตสังกะ. (2539). การเพิ่มปริมาณมวลชีวภาพของสาหร่ายขนาดเล็กที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง. ปัญหาพิเศษ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- นฤมิต คินิมา. (2538). การทำตะกอนโลหะหนักจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์และถั่วลยถักไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาฏนดา ชรินทร์วรกุล. (2537). ระบบตัวกลาง-ยูเอเอสบี แบบอุณหภูมิสูง ชนิดสองขั้นตอนสำหรับบำบัดน้ำกากส่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาคณิตเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชจรียา อริยศรี. (2540). การศึกษาการกำจัดโครเมียมและสังกะสีในน้ำเสียโดยใช้เบนโทไนท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เนตรนภา สรุตราพงศ์. (2539). การใช้ยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรดในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแป้งมันสำปะหลัง (Use of UASB with acidification tank for treating synthetic tapioca wastewater). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บริบูรณ์ พุทธิรักษา. (2537). การใช้ thiobacillus ferrooxidans สกัดโลหะซัลไฟด์ออกจากกากตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชัย วิจิตรเสถียร. (2537). การใช้กระบวนการตะกอนลอยในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมปลาหมึกบรรจุกระป๋อง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุญส่ง ศิลปเจริญกุล. (2536). การออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานไม้อัดแผ่นเรียบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประกฤต เลิศจรัสอร่ามดี. (2539). การกำจัดตะกั่ว และปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เลื่อย ฟางข้าวและขุยมะพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประนอม ชำนาญ. (2533). การนำกลับอะลูมิเนียมในรูปสารโคออกไซด์จากสัณฐานอะลูมิเนียม. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ.(2538).การใช้น้ำทิ้งจากการผลิตของโรงงานปลาหมึกกระป๋องเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ.
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปวีณา ธนะสังข์.(2539).การกำจัดสีจากน้ำทิ้งฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีการออกซิเดชัน-รีดักชัน. ปริญญาวิทยาศาส
ตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี.
- ปารินดา สุขสบาย. (2539).การนำน้ำทิ้งจากโรงงานปลาหมึกกระป๋องโดยระบบ Sequencing Batch Reactor
(SBR). ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปิยนุช ก้องกิตติไพศาล.(2542).การนำน้ำเสียจากโรงงานผลิตวันมะพร้าวด้วยเครื่องกรองใ้ร้อากาศ. ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร
ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปิยะรัตน์ ธนโกเศศ.(2537).การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงบำบัดน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง.
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศธร ศิริศักดิ์กมล.(2539).การกำจัดแอมโมเนียจากน้ำทิ้งในโรงงานทำขนมอบกรอบโดยการกรองแบบไมโครฟิล
เตรชั่นด้วยเยื่อแผ่นเซรามิกแบบหมุนได้. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พนจิตร ธนสิน. (2539). การกำจัดสังกะสีและนิกเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์ ด้วยตัวกลางทรายเคลือบออกไซด์ของ
เหล็กและแมงกานีส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ โชคสุชาติ. (2540). การศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของความสูงของชั้นตัวกลางต่อประสิทธิภาพการ
บำบัดน้ำเสียจากโรงงานในระบบถังกรองใ้ร้อากาศ. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรศักดิ์ ทวีมหาเกียรติ.(2539).การลดและควบคุมต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช.
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- พรสวัสดิ์ มหาโชคเลิศวัฒนา. (2529). การกำจัดตะกั่วในน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ โดยวิธีตก
ตะกอนทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ทวงรัตน์ แก้วล้อม. (2537). แนวทางการจัดการน้ำเสียชีโอติ ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชญา เกตุนุติ. (2538). การประยุกต์ใช้เมสติดกระเจี้ยนแดงร่วมกับสารส้มในการตกตะกอนน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: โรงงานผลิตกระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขา
เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พิชิต กาญจนเชษฐ. (2539). การศึกษาทดลองการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมผ้าโดยวิธี Re-dox. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พิสิฐ ศรีสุริยะจันทร์. (2540). การบำบัดน้ำเสียโรงงานโดยใช้แบคทีเรียแอสคิก. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พุทธิสาร ชัยพันธุ์. (2538). การบำบัดน้ำเสียโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะด้วยวิธีแลกเปลี่ยนประจุไอออน. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เพชรพร เขาวงกตเจริญ. (2537). การกำจัดโลหะหนักโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการ
เกษตร. ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญแข พรสมมนต์. (2537). การลดอนุภาคสีของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตสีโดยขบวนการโคแอกกูเลชัน. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภารดี ชั่วบำรุง. (2537). การแยกตะกั่วจากน้ำเสียโรงงานผลิตแบตเตอรี่โดยวิธีซีเมนแทนซ์ด้วยผงเหล็ก. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มงคล ปริญาปริวัฒน์. (2532). การจัดการและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาวสังกะสี. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- มณฑล สุดประเสริฐ. (2535). การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้ระบบบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่าง
สมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มรกต ดันติเจริญ. (2527). การวิจัยและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์และเพื่อนำน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง
ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.
- มันสิน คั่นจุลเวศม์. (2534). การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กด้วยระบบแอสบิอาร์. โครงการวิจัย
เลขที่ 65-ER-2523 ทุนส่งเสริมการวิจัยวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรม
ศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- มุกดา สุขสมาน, ัญญา หังสพฤกษ์, บัณฑิต อนุรักษ, พรนภา ลำเสียงพล และ ศิริพรรณ ทวีสุข. (2532). การ
ทดลองเบื้องต้นของการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าย้อมรังสิตโดยใช้ผักตบชวา (Eichhornia

- crassipes) เสนอ สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ยงยุทธ บุญจันทร์. (2536). การนำตะกอนสารส้มจากโรงงานผลิตน้ำประปากลับมาใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมข้อมผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาคเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ยุวดี หิรพรพิสาด สาร พรหมจิตแก้ว และ สติฉิ วงศ์สว่าง. (2537). การนำน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง (Spirulina platensis) ในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัตนา พัฒนประภาพันธุ์. (2537). การกำจัดฟอสเฟตจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลังโดยระบบแอนแอโรบิกที่มีตัวกลาง-ออกซิก. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักษณี คณานิธินันท์. (2539). ประสิทธิภาพของกกกลม Cyperus corymbosus รูปฉี่ Typha angustifolia และ Phragmites australis และเห็บทรงกระเทียม Eleocharis dulcis ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศักดิ์วรัญญู วิระมิตรชัย. (2537). การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแผ่นพิมพ์วงจรไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณทองแดงและเหล็ก โดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จวนศิริ ประชุมพรหม. (2539). ขนาดรูปทรงที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์เม็ดสำหรับการกำจัดสีจากน้ำเสียโรงงานข้อมผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรางคณา เหมบุญทอง. (2536). การกำจัดฟอสเฟตจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลังโดยระบบแอนแอโรบิก-ออกซิก. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วราพร ชลอำไพ. (2541). การใช้ประโยชน์ของไลโคแซนในการดักจับตะกั่วในน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วราภรณ์ กัลยาณิศ. 2533. การนำน้ำเสียจากโรงงานฟอกข้อมด้วยไฮโซ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิมลโรจน์ โอสถานุเคราะห์. (2537). สมบัติการดูดซับสีข้อมในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยใช้แร่ดินร่วมกับสารจับก้อนเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิโรจน์ จันทรศรี. (2538). ประสิทธิภาพของโคโคแชนท์สกัดจากเปลือกกุ้งสำหรับการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิไลพร วนิชย์โรตม. 2536. การบำบัดสีของน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ โดยกระบวนการดูดซับด้วยแอคติเวตเต็ดคาร์บอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีรธรรม ขจรเกียรติคุณ. (2539). การใช้ถังกรองดูดซับในการบำบัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอในการบำบัดขั้นสุดท้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิสิทธิ์ สุขป้อม. (2540). การบำบัดไซยาไนด์ในน้ำเสียจากขบวนการชุบโลหะด้วยสังกะสีโดยวิธีการออกซิเดชันด้วยปฏิกิริยาเปอร์มังกานต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสุขภาพสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วีระ จันทรไทย. (2528). การกำจัดน้ำเสียในระบบไร้ออกซิเจนโดยใช้ถังหมักแบบชั้นตัวกลางลอยตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วุฒิ วิพันธ์พงษ์. (2540). การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดสีและสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศักดิ์ดา วรพัฒน์. (2538). การทำเสถียรตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานแร่สังกะสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพร คุณาวิชา. (2539). การศึกษาการกำจัดไนเตรตจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานวันเส้นโดยวิธีออกซิเจนแอโรบิกที่มีตัวกลาง. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สนธิ คชวัฒน์. (2530). ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมเกียรติ กันทรวารกร. (2538). การแยกไวน์โลหะหนักออกจากน้ำด้วยวิธีแอร์สตริปปีง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย คารารัตน์, ปรีชา พลอยภัทรภิญโญ และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. (2536). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังโดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB-ชั้นโรงงานต้นแบบ. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31 (2536).
- สมชาย พรชัยวิวัฒน์. (2538). ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบชั้นตัวกลางลอยตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สมนึก จารุติกกฤต. (2538). การนำน้ำที่ออกจากกระบวนการสกัดจี้กัมมันต์เพื่อใช้เป็นน้ำดื่มหรือทำน้ำเย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก แซ่โกย. (2539). การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสงในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปน้ำยางพารา. รายงานปัญหาพิเศษ : (525-498) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สมบัติ อุษตระกูล, เอนก สติย์ไทย และอาทิตย์ ละเอียดดี. (2538). การศึกษาทดลองใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ EM (Effective Microorganisms) บำบัดน้ำเสียและการพัฒนามนุษย์สิ่งแวดล้อมนิคมขนมจีน จังหวัดฉะเชิงเทรา. บทความวิชาการประชุมวิชาการของกรมอนามัย ประจำปีงบประมาณ 2538.
- สมศักดิ์ ศรีวะโสฤต. (2534). การเกิดตะกอนจุลินทรีย์ลักษณะเม็ดในช่วงเดินระบบถังหมักกระบวนการขึ้นตะกอนจุลินทรีย์ไร้อากาศแบบไหลขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สริยาภรณ์ มาพบสุข, สิริมาศ สุดสาคร, สุชาดา ขอนุวัฒน์กุล และวิมลรัตน์ ละครการพฤษ. (2540). การแยกนิกเกิดและคอปเปอร์จากน้ำทิ้งในโรงงานชุบโลหะและการนำเสนอในรูปแบบ CAI : การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 23, 20-22 ตุลาคม 2540. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สละ พรหมบุญเดช. (2541). ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนโดยเครื่องกรองไร้อากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สังข์ เวสารัชชตระกูล. (2540). การลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียโดยใช้ผักคตขาวที่ปรับสภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาคเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สัญญา พงศ์. (2539). การบำบัดน้ำเสียจากขบวนการผลิตสุราด้วยระบบตัวกลางจุลินทรีย์ลอยตัวแบบไม่ใช้ออกซิเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สาขาวิจัยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร. (2528). การกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง. โครงการวิจัยที่ ก.25-02 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สาโรช บุญกิจสมบัติ. (2536). การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางเคมีในโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าขนาดกลางและเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2542). คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมฟอกย้อม. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุกษม สุขสถาน. (2539). ผลของอายุตะกอนต่อการกำจัดซีโอไซด์ของน้ำเสียโรงงานผลิตเบียร์โดยกระบวนการแอนาโรบิก-ออกซิก แอควีเวคเตสติกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุชาติ เหลืองประเสริฐ. (2538). การศึกษานำบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยระบบแอสบี
อาร์. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทธิรักษ์ สุจิตตานนท์ และ บุญจง จรัสดำรงนิตย์. (2527). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการกำจัดตะกั่วในน้ำ
 เสียโดยระบบ Activated Sludge. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาลย์ ศรีกำไลทอง พรศ วิจารย์รัฐจันทร์ และปาริชาติ หลายชูไทย. (2540). การสังเคราะห์อนุพันธ์โคโคซานเพื่อ
เพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนัก. โครงการวิจัยที่ ภ.39-01, รายงานฉบับที่ 3. สถาบันวิจัยวิทยา
ศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สมาลย์ ศรีกำไลทอง ปาริชาติ หลายชูไทย เรวดี นาคดี พรศ รัฐจันทร์วิจารณ์รงค์เดช อาษา เซอิชิ โอบา และชัน
 อิจิ ชินากาวา. (2540). การผลิตโคโคซานจากหัวกุ้งกุลาดำและการใช้ประโยชน์ในการดูดซับโลหะหนัก.
โครงการวิจัยที่ ภ.39-01, รายงานฉบับที่ 2. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สมุทร ชาวเดช. 2541. การพัฒนาระบบการออกซิเดชันโอโซนสำหรับการบำบัดน้ำเสีย. วิทยาลัยโครเลียมและปี
โตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรภิ โรจน์อรยานนท์. (2530). รายงานผลการวิจัย การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย (จากห้องปฏิบัติการ) ด้วย
กระบวนการเพอร์ไรต์. ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุรินทร์ เศรษฐมานิต, สุดใจ จำปา และสุพล สายหานิช. (2527). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง
โดยขบวนการคอนแทกสแตนิไลเซชัน. โครงการวิจัยเลขที่ 7G-SA-2522 สถาบันวิจัยและพัฒนาของ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- สุรรัตน์ ฌมาศิริกุล. (2540). การกำจัดไอออนโลหะหนักจากน้ำเสียซีไอดีด้วยกระบวนการเพอร์ไรต์. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณ มูเก็ม. (2542). การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยสารเคมีเฟ้นต้น. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหิดล.
- โสภา จินเวชกิจวานิชย์. 2540. การลดสีรีแอกทีฟในน้ำเสียภายใต้สภาวะไร้อากาศด้วยระบบยูเอเอสบี. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อธิชัย นพแก้ว. (2539). การใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับโลหะหนักจากน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านบ่อเก็บกัก. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- อนันต์ กาญจนวุฒิธรรม. (2539). ผลของเวลาพักน้ำในถังแอนแอโรบิกที่มีต่อการกำจัดซีไอดีในกระบวนการแยกดี
เวตเตคสตัดจ์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่ง
แวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อุษากร นิยม. (2535). การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานโดยระบบแอกติเวดเต็ดสลัดจ์ และระบบฟิกลัมคแอเรชัน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Charoensrisomchit, A. (1998). Removal of chromium in electroplating wastewater by sodium metabisulfite and potassium hydroxide. M.Sc. Thesis in Environment Sanitation, Mahidol university.
- Krongthamchat, K. (1992). Color removal from textile dyeing wastewater by chemical coagulation with polyaluminium chloride. M.Sc. Thesis in Environment science, Chulalongkorn university.
- Thammarat Koottatep. (1993). Color removal from textile finishing wastewater. M.Eng. Thesis in Engineering, Asian Institute of Technology.
- Thayalakumaran, N. (1994). Application of constructed wetlands to the treatment of a heavy metal wastewater. M.Eng. Thesis in Engineering, Asian Institute of Technology.
- Thitipanont, S. (2000). Pollution prevention in textile industry : Recycling wastewater from textile dyeing preparation process. M.Sc. Thesis in Technology of Environmental Management, Mahidol University.
- Wang, Ling. (1994). Color removal from dyeing wastewater by electroflotation technique. M.Eng. Thesis in Engineering, Asian Institute of Technology.

การจัดการน้ำเสียจากชุมชน

การจัดการน้ำเสียจากชุมชน

(Domestic Wastewater Management)

ผศ. อุษณีย์ อุยะเสถียร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำนำ

การศึกษารวบรวมความรู้ในเรื่องการจัดการน้ำเสียจากชุมชน มีความมุ่งหมายที่จะสำรวจเอกสารต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียจากชุมชน โดยได้จำแนกเอกสารเหล่านี้ออกเป็นหมวดหมู่ตามความใกล้เคียงของเนื้อหา เพื่อให้ทราบถึงความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และวิเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้ซึ่งจะนำไปสู่ทิศทางการวิจัยในอนาคต

บททวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้าเอกสารการศึกษาและวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียจากชุมชนของประเทศไทย ประมาณ 200 รายการ ได้เลือกงานศึกษาวิจัยบางรายการมาสรุปโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้ดังนี้

1. ลักษณะสมบัติและปริมาณของน้ำเสีย
2. เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย
 - 2.1 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนและแบคทีเรียแขวนลอย
 - 2.2 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนและแบคทีเรียเกาะติดตัวกลาง
 - 2.3 การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน
 - 2.4 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบบึงประดิษฐ์
 - 2.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดิน
 - 2.6 เทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย
3. การใช้ประโยชน์ของน้ำเสีย น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไขมัน และกากตะกอนจากระบบบำบัด
4. การประเมินการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

1. ลักษณะสมบัติและปริมาณของน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติ ปริมาณน้ำเสีย และค่าสมมูลประชากร ของน้ำเสียจากชุมชนแหล่งต่างๆ สรุปได้ดังนี้

น้ำเสียจากโรงแรม โรงภาพยนตร์ สถานอาบอบนวด และโรงพยาบาลเอกชน มีสมมูลประชากรในรูปของ บีโอดี เท่ากับ 161 กรัม/ห้อง.วัน, 1.17 กรัม/ผู้ชม.วัน, 26 กรัม/ห้อง.วัน และ 262 กรัม/เตียง.วัน และมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 847 ลิตร/ห้อง.วัน, 10 ลิตร/ผู้ชม.วัน, 530 ลิตร/ห้อง.วัน และ 1.26 ลูกบาศก์เมตร/ห้อง.วัน ตามลำดับ (Cruchanem,1988) ส่วนชงชัยและคณะ (2532) ได้ศึกษาลักษณะสมบัติ และอัตราการไหลของน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย หอพัก

โรงแรม คอนโดมิเนียม สถานบริการอาบอบนวด และอาคารสำนักงาน พบว่า มีค่าบีโอดี เฉลี่ย 197, 197, 190, 151, 55 และ 261 มิลลิกรัม/ลิตร และมีอัตราการไหล 148-212 ลิตร/คน.วัน, 244 ลิตร/คน.วัน, 847 ลิตร/ห้อง.วัน, 233 ลิตร/คน.วัน, 530 ลิตร/ห้อง.วัน และ 105 ลิตร/คน.วัน ตามลำดับ นอกจากนั้น วราวุธ, สมทิพย์ และอุดมผล (2540) ยังได้ศึกษา ลักษณะน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียจากกิจกรรมซักกรีด พบว่า น้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อการซักผ้า 1 กิโลกรัมของร้านซักกรีดต่างๆ ไป กิจกรรมซักกรีดในโรงพยาบาล กิจกรรมซักกรีดในโรงแรม และจากโรงงานซักกรีดมีค่า 19.3-42.0 ลิตร, 27.3-39.6 ลิตร, 13.6 ลิตร และ 17.6-17.8 ลิตร ตามลำดับ และลักษณะน้ำเสียรวมจากกิจกรรมซักกรีดทุกประเภทมีความแตกต่างกันเล็กน้อยจนถึงมาก โดยมีค่า บีโอดี 116-161 มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอดี 197-324 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัส 6.9-67 มิลลิกรัม/ลิตร ทีเคเอ็น 3.4-7.1 มิลลิกรัม/ลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่า 0-มากกว่า 24,000 MPN/100 ml

2. เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนและแบคทีเรียแขวนลอย

Leelarnuparp (1992) ได้หาค่าสัมประสิทธิ์ของการย่อยสลายสารอินทรีย์ (k) สำหรับน้ำเสียจากชุมชนและโรงพยาบาลที่จะบำบัดด้วยระบบบ่อเติมอากาศ ซึ่งได้ค่า k ที่ 20°C ของน้ำเสียจากชุมชนเท่ากับ 0.70 วัน^{-1} สำหรับ ซีโอดี, 1.24 วัน^{-1} สำหรับ บีโอดี และ 0.27 วัน^{-1} สำหรับ ทีโอดี ส่วนค่า k ที่ 20°C ของน้ำเสียจากโรงพยาบาลเท่ากับ 0.68 วัน^{-1} สำหรับ ซีโอดี, 1.45 วัน^{-1} สำหรับ บีโอดี และ 0.23 วัน^{-1} สำหรับ ทีโอดี

สุรศักดิ์ (2540) ได้ทดลองบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองเพชรบุรีโดยใช้บ่อจำลองบำบัดน้ำเสียแบบ Facultative Pond ที่ภาระผิว 118.6, 210.0 และ 233.3 กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์.วัน โดยมีเวลาดักพัก 8.96, 4.62 และ 3.05 วัน ตามลำดับ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ภาระผิว 118.6 กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์.วัน ที่เวลาดักพัก 8.96 วัน โดยบำบัด บีโอดี, บีโอดีที่ละลายน้ำ, ซีโอดี, ซีโอดีที่ละลายน้ำ และเอสเอส ได้ร้อยละ 56.7, 76.7, 32.0, 47.0 และ 13.3 ตามลำดับ จาก บีโอดี, บีโอดีที่ละลายน้ำ, ซีโอดี, ซีโอดีที่ละลายน้ำ และเอสเอส ของน้ำเสียมีค่าเฉลี่ย 165.4, 142.2, 247.2, 206.1 และ 31.8 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถบำบัดจนได้น้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ย 24.7, 9.3, 85.0, 43.6 และ 16.9 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

มันสิน (2530) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ในโตรเจนของระบบตะกอนเร่ง 2 แบบ คือ แบบที่มีดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อน (Predenitrification System) และแบบที่มีดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลัง (Postdenitrification System) น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลทรายเป็นแหล่งสารอินทรีย์คาร์บอน และมียูเรียเป็นแหล่งสารอินทรีย์ไนโตรเจน แร่ธาตุและสารอื่นๆ ละลายในน้ำประปา ควบคุมให้ ซีโอดี ของน้ำเสียมีค่าประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร การทดลองมี 2 ชุดรวม 6 ครั้ง ชุดแรกเป็นการทดลองแบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลัง 3 ครั้ง และชุดที่ 2 เป็นการทดลองแบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อน 3 ครั้ง ในการทดลองแต่ละชุดเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำเสีย ให้มีอัตราส่วนระหว่าง COD : TKN ประมาณ 100 : 5, 100 : 10 และ 100 : 20 และ SRT มีค่าคงที่ 20 วัน ผลการทดลองพบว่าระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลังสามารถกำจัดซีโอดีได้ร้อยละ 91.9,

97.1 และ 96.8 ส่วนระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนสามารถกำจัดซีโอดีได้ร้อยละ 96.8, 97.3 และ 94.6 ที่อัตราส่วน COD : N ประมาณ 100 : 5, 100 : 10 และ 100 : 20 ตามลำดับ ดังนั้นจึงแสดงว่าระบบตะกอนเร่งทั้งสองแบบสามารถกำจัดซีโอดีได้อย่างมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่กลไกหลักในการกำจัดซีโอดีแตกต่างกัน กล่าวคือระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลังกำจัดซีโอดีด้วยปฏิกิริยาแอโรบิกออกซิเดชัน ส่วนระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนกำจัดซีโอดีด้วยปฏิกิริยาดีนิตริฟิเคชัน ข้อแตกต่างภายในของระบบดีไนตริฟิเคชัน ทั้งสองแบบอยู่ที่กลไกของปฏิกิริยาดีนิตริฟิเคชัน กล่าวคือ ระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนมีปฏิกิริยาเป็นแบบ Substrate Nitrate Respiration ส่วนระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลังมีปฏิกิริยาแบบ Endogenous Nitrate Respiration ปฏิกิริยาแบบแรกมีแหล่งคาร์บอนจากภายนอก ซึ่งมีอัตราเร็วของปฏิกิริยาดีนิตริฟิเคชันสูงกว่าปฏิกิริยาแบบหลัง ซึ่งได้คาร์บอนจากการย่อยสลายตัวของเบคทีเรีย ผลการทดลองจึงปรากฏให้เห็นว่า ระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดทีหลังกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดได้ ร้อยละ 67.7, 71 และ 14.6 ส่วนระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนสามารถกำจัดได้ร้อยละ 81, 88.5 และ 71 ที่อัตราส่วน COD : N ประมาณ 100:5 , 100:10 และ 100:20 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าระบบดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนสามารถกำจัดไนโตรเจนได้ดีกว่าในทุกการทดลอง ผลจากการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการกำจัดไนโตรเจนส่วนใหญ่ออกจากน้ำเสียด้วยระบบตะกอนเร่งที่ดัดแปลงให้เป็นระบบดีไนตริฟิเคชันแบบเกิดก่อน แต่การสร้างสภาวะดีไอต้ามในถังกวนอาจกระตุ้นให้เกิดปัญหาสกัคจัมตัวไม่ลง

Phuprasert(1995) ได้ศึกษาความเป็นไปได้และพฤติกรรมของระบบตะกอนเร่งที่ใช้ในการกำจัดไนโตรเจนออกจากน้ำเสียชุมชนที่มีความเข้มข้นต่ำและมีค่าอัตราส่วน COD : N ประมาณ 10 นอกจากนี้ยังได้ทำการแปรเปลี่ยนค่าอัตราส่วน COD : N ของน้ำเสียชุมชนที่เข้าสู่ระบบ โดยควบคุมค่าอัตราส่วน COD : N ให้เท่ากับ 6, 9, 12 และ 15 ระบบตะกอนเร่งที่ใช้ในการกำจัดไนโตรเจนในงานวิจัยนี้เป็นระบบเชื้อผสมชนิดดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อนซึ่งประกอบด้วย ถังแอโรบิก ถังแอโรบิก และถังตกตะกอน อย่างละ 1 ถัง เรียงกันตามลำดับ อัตราการไหลเข้าของน้ำเสียมีค่าคงที่ในทุกการทดลองและเท่ากับ 30 ลิตรต่อวัน ถังแอโรบิกและถังแอโรบิกมีเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ 5 ชั่วโมงเท่ากับทั้ง 2 ถัง ค่าอายุตะกอนของทั้งระบบ เท่ากับ 10 วัน และอัตราการเวียนกลับของตะกอนสลัดจ์เท่ากับ 500 % ของอัตราการไหลเข้า น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียชุมชนจริงจากโรงงานบำบัดน้ำเสียจากสีพระยา ของกรุงเทพมหานคร การแปรเปลี่ยนค่าอัตราส่วนซีโอดีต่อไนโตรเจนทำโดยการเติมน้ำตาลและยูเรียให้กับน้ำเสีย ผลการทดลองปรากฏว่า เมื่ออัตราส่วนซีโอดีต่อไนโตรเจนเท่ากับ 6, 9, 12, 15 และ 10 นั้น ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบมีค่าประมาณร้อยละ 93, 88, 94, 95 และ 76 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนของระบบมีค่าประมาณร้อยละ 35, 25, 57, 95 และ 7 ตามลำดับ กระบวนการดีไนตริฟิเคชันสามารถเกิดได้ดีในทุกการทดลอง ส่วนกระบวนการดีไนตริฟิเคชันนั้นเกิดได้มากขึ้นเมื่ออัตราส่วน COD : N สูงขึ้นและสามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ที่ค่าอัตราส่วนดังกล่าวเท่ากับ 15 สาเหตุที่กระบวนการดีไนตริฟิเคชันไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากค่าออกซิเจนละลายในถังแอโรบิกสูงเกินไป อย่างไรก็ตามเมื่ออัตราส่วน COD : N เท่ากับ 15 ซีโอดีน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีความเข้มข้นสูงเพียงพอที่จะให้ออกซิเจนละลายให้หมดไปได้ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายในถังแอโรบิกเหลือน้อยมากจนกระทั่งกระบวนการดีไนตริฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นได้ดี โดยสรุปแล้วจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการกำจัดไนโตรเจนออกจากน้ำเสียชุมชน ด้วยระบบตะกอนเร่งแบบเชื้อผสมชนิดดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อน อาจไม่สามารถกระทำได้นอกจากน้ำเสียมีค่าซีโอดีต่ำเกินไป

Homsri (1994) ศึกษาพฤติกรรมของระบบตะกอนเร่งที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีความเข้มข้นบีโอดีและซีโอดีต่ำ แต่มีไนโตรเจนสูงภายใต้สภาวะที่มีเวลากักตะกอนต่าง ๆ กัน น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียจากชุมชนการเกษตรแห่งชาติห้วยขวาง ซึ่งนำมาเจือจางด้วยน้ำประปาในอัตราส่วนเท่ากัน น้ำเสียเจือจางที่ได้มีความเข้มข้นเฉลี่ยของบีโอดีประมาณ 78.6 และ 157.1 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับและมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน 33.9 มิลลิกรัม/ลิตร ในระหว่างการทดลองบำบัดน้ำเสีย ดังเดิมอากาศจะถูกควบคุมให้มีเวลากักน้ำค้างที่เท่ากับ 4 ชั่วโมง ตลอดทุกการทดลอง เมื่อควบคุม SRT ของระบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 2-22.7 วัน ปรากฏว่าระดับ MLSS มีค่าอยู่ในช่วง 586-3,402 มิลลิกรัม/ลิตร และสามารถผลิตน้ำทิ้งสุดท้ายที่มีซีโอดี 30-40 มิลลิกรัม/ลิตร สภาวะฟิโอสต่ำในถังเดิมอากาศ เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน พบว่าเกิดขึ้นในการทดลองที่มีระดับ SRT 3.8-22.7 วัน โดยค่าฟิโอสต่ำสุดของแต่ละการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 5.23-6.42 ปัญหาโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน เนื่องจากแบคทีเรียเส้นใย พบว่าเกิดขึ้นเมื่อควบคุม SRT ของระบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 3.8-22.7 วัน โดย V30 และ SVI มีค่าสูงที่สุดถึง 970 มิลลิกรัม/ลิตร และ 1,225 ตามลำดับ แต่เมื่อนำถังคัลดพันธุ์มาใช้ร่วมกับระบบตะกอนเร่ง สามารถช่วยป้องกันและแก้ไขโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้ V30 และ SVI มีค่าลดลง ปัญหาตะกอนลอยในถังตกตะกอน เนื่องจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน พบว่าเกิดขึ้นเมื่อควบคุม SRT ของระบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 3.8-22.7 วัน เมื่อเพิ่มอัตราการหมุนเวียนตะกอนกลับคืนสามารถลดความรุนแรงลงได้บางส่วน เมื่อควบคุม SRT ของระบบให้มีค่า 2 วัน ปรากฏว่าไม่มีปัญหาเกี่ยวกับฟิโอสต่ำในถังเดิมอากาศ โรคจมตัวไม่ลงของตะกอน และตะกอนลอยในถังตกตะกอน

ขงยุทธ (2538) ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบวิธีป้องกันสลดจ์ไม่จมตัวของระบบตะกอนเร่งโดยใช้ถังคัลดพันธุ์แบบแอนนอนอกซิก เปรียบเทียบกับระบบ ตะกอนเร่งแบบธรรมดา และหาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบตะกอนเร่งแบบถังคัลดพันธุ์แอนนอนอกซิก ที่อัตราเวียนสลดจ์ 100%, 300% และ 500% ของอัตราการป้อนน้ำเสีย ระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดา ประกอบด้วยถังเดิมอากาศและถังตกตะกอน ส่วนระบบตะกอนเร่งแบบถังคัลดพันธุ์แอนนอนอกซิกจัดเป็นระบบกำจัดไนโตรเจนเชื้อผสมชนิดดีไนตริฟิเคชันเกิดก่อน ประกอบด้วยถังแอนนอนอกซิก, ถังเดิมอากาศและถังตกตะกอนอย่างละ 1 ถัง เรียงกันตามลำดับ อัตราการป้อนน้ำเสียมีค่าคงที่ในทุกการทดลองและเท่ากับ 20 ลิตรต่อวัน ถังแอนนอนอกซิก, ถังเดิมอากาศและถังตกตะกอน มีเวลาเก็บกักน้ำเท่ากับ 0.5, 8 และ 1.7 ชั่วโมงตามลำดับ ค่าอายุตะกอนของทั้งระบบเท่ากับ 20 วัน น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียชุมชนจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาของกรุงเทพมหานคร นำมาเติมน้ำตาลและยูเรีย เพื่อให้มีซีโอดีประมาณ 400 มิลลิกรัม/ลิตร และไนโตรเจนประมาณ 20 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับทุกการทดลอง ผลการทดลองปรากฏว่า ระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดาก่อสลดจ์ไม่จมตัวขึ้น มีค่าเอสวีไอเฉลี่ย 224 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและไนโตรเจนของระบบมีค่าประมาณร้อยละ 92 และ 76 ตามลำดับ ส่วนระบบตะกอนเร่งแบบถังคัลดพันธุ์แอนนอนอกซิกที่อัตราเวียนสลดจ์ 100% และ 300% เกิดสลดจ์ไม่จมตัวขึ้นโดยมีค่าเอสวีไอเฉลี่ย 706 และ 366 ตามลำดับ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการลดลงของอุณหภูมิหรือมีค่าซีโอดีสูงเกินในถังคัลดพันธุ์ โดยที่อัตราเวียนสลดจ์ 500% สามารถป้องกันสลดจ์ไม่จมตัวได้ มีค่าเอสวีไอเฉลี่ย 77 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบมีค่าประมาณร้อยละ 89, 93 และ 91 ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนมีค่าประมาณร้อยละ 45, 49 และ 55 ตามลำดับ กระบวนการดีไนตริฟิเคชันเกิดได้มากขึ้นเมื่อมีอัตราเวียนสลดจ์สูงขึ้น

Anan (1997) ได้ศึกษาถึงผลของความเค็มที่มีต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยใช้กระบวนการตะกอนเร่งแบบฟล็อกค็อกซ์ 3 ขั้นตอน การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุดทดลองด้วยกันคือชุดทดลองที่ 1 ใช้หัวเชื้อที่ไม่ขึ้นต่อคลอรีนมาก่อน โดยนำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ไม่มีคลอรีนในระบบ และชุดทดลองที่ 2 ใช้หัวเชื้อที่ขึ้น

ต่อคลอรีนมาก่อน โดยนำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฟอกหนังซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีความเค็มสูง และนำหัวเชื้อนั้นมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการแบบเบตซ์ เติมน้ำอาหารและความเค็มในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ จากนั้นเริ่มการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองระบบ โดยแปรค่าความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์จากระบบควบคุม (0 กรัม/ลิตร) สำหรับชุดทดลองที่ไม่ขึ้นต่อคลอรีนโดยเฉพาะเป็น 5, 10, 20 และ 30 กรัม/ลิตร ตามลำดับทั้งสองชุดทดลอง ในแต่ละการทดลองเมื่อระบบเข้าสู่สถานะคงตัวและเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ระบบจะถูกช็อกด้วยคลอรีนความเข้มข้นสูงถึง 70 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 4 วัน เพื่อศึกษาความสามารถในการรับสภาพช็อกของแบคทีเรียในระบบ ก่อนที่จะกลับมาเติมคลอรีนด้วยความเข้มข้นเดิมอีกครั้ง เพื่อสังเกตความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มข้นของคลอรีนเพิ่มขึ้น ในระบบที่ใช้หัวเชื้อที่ไม่ขึ้นต่อคลอรีนนั้นความสามารถในการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ในรูปของซีไอดี ลดลงจากร้อยละ 96.5 เป็น 84.7, 84.0, 73.6 และ 60.0 ส่วนการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดลดลงจากร้อยละ 87.8 เป็น 80.4, 75.8, 69.5 และ 66.9 เมื่อเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มจาก 0-30 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนในระบบที่ใช้หัวเชื้อที่ขึ้นต่อคลอรีนนั้น ระบบกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ในรูปของซีไอดี ลดลงจากร้อยละ 96.5 เป็น 87.1, 84.0 และ 73.6 โดยที่การกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดลดลงจากร้อยละ 88.8 เป็น 86.1, 72.5, และ 71.2 ตามลำดับ ส่วนผลของการวัดอัตราไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันจำเพาะก็สอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนที่พบ กล่าวคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันจำเพาะก็ลดลงเช่นกันเมื่อคลอรีนเพิ่มขึ้น แต่สำหรับอัตราการใช้ออกซิเจนจำเพาะ (SOUR) นั้นกลับมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งคาดว่าเกิดจากความเข้มข้นของเกลือภายในและภายนอกเซลล์ที่แตกต่างกันมาก จึงเป็นผลทำให้เซลล์ต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการรักษาสภาพเซลล์ สำหรับการกำจัดฟอสฟอรัสนั้นทำได้น้อยและผลที่ได้ไม่ชัดเจนซึ่งอาจเกิดจาก โพลี-ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นในระบบมีน้อย ประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสที่ได้เมื่อความเค็มมีค่าเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันมากนัก

Dechwannasit (1992) ได้ศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ ซีไอดี มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดฟอสฟอรัสในระบบตะกอนเร่งแบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก ระบบบำบัดประกอบด้วยถังแอนแอโรบิก 2 ถัง ตามด้วยถังแอโรบิก 1 ถัง น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ให้มีฟอสฟอรัส 10 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียเข้าสู่ถังแอนแอโรบิกด้วยอัตรา 24 ลิตร/วัน ตะกอนสูบกลับเข้าสู่ถังแอนแอโรบิกด้วยอัตรา 36 ลิตร/วัน ควบคุมอายุตะกอนที่ 6 วัน ทำการทดลอง 3 ครั้งด้วยความเข้มข้นของ ซีไอดี ของน้ำเสียที่ต่างกันคือ 200, 400 และ 600 มิลลิกรัม/ลิตร ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพในการลดฟอสฟอรัสมีค่าร้อยละ 4.84, 32.01 และ 49.12 ตามลำดับ แต่สามารถลด ซีไอดี ได้สูงถึงร้อยละ 95-98

ผกาวิติ(2537) ได้ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบตะกอนเร่งแบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก มาใช้ในการกำจัดสารประกอบอินทรีย์และไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย ขนาดถังที่ใช้ในการทดลองทำด้วยพลาสติก พีวีซี ที่มีความยาว 45 เซนติเมตร ความกว้าง 30 เซนติเมตร และความสูง 26 เซนติเมตร โดยแบ่งถังออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเรียกว่าถังแอนแอโรบิกมีปริมาตร 10 ลิตรและมีแผ่นกั้นทำเป็นถังส่วนที่ 2 เรียกว่าถังแอโรบิก มีปริมาตร 20 ลิตร และป้อนน้ำเสียมีค่า ซีไอดี ประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความเข้มข้นของสารประกอบไนโตรเจนประมาณ 50 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อให้อัตราส่วนระหว่างค่า ซีไอดี ต่อสารประกอบไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 100:10 การทดลองใช้แบบจำลองของระบบตะกอนเร่งแบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก จำนวน 3 ชุด โดยมีอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ 30, 60 และ 90 ลิตร/วัน ในการทดลองชุดที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งทำให้มีค่าภาระบรรทุกทางปริมาตร เป็น 31.17, 62.34 และ 93.51 ปอนด์ ซีไอดี/วัน/1000 ลูกบาศก์ฟุต ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อระบบมีค่าภาระบรรทุกทางปริมาตรเป็น 31.17 ปอนด์ซีไอดี/วัน/1000 ลูกบาศก์ฟุต ระบบสามารถลดค่า ซีไอดี เอสเอส และ ทีเคเอ็น ได้ร้อยละ 95.02, 92.13 และ

94.70 ตามลำดับ และเมื่อระบบปรับน้ำเสียที่มีค่าการบรรทุกทางปริมาตรเป็น 62.34 ปอนด์บีโอดี/วัน/1000 ลูกบาศก์ ฟุต ระบบสามารถลดค่า ซีโอดี เอสเอส และ ทีเคเอ็น ได้ร้อยละ 92.59, 88.23 และ 91.4 ตามลำดับ และเมื่อระบบ ปรับ น้ำเสียที่มีค่าการบรรทุกทางปริมาตรเป็น 93.5 ปอนด์บีโอดี/วัน/1000 ลูกบาศก์ฟุต ระบบสามารถลดค่าซีโอดี เอสเอส และ ทีเคเอ็น ได้ร้อยละ 81.09, 79.19 และ 77.19 ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่าระบบตะกอนเร่งแบบแกน นอกซิค-แอโรบิคสามารถกำจัดได้ทั้งสารประกอบอินทรีย์และไนโตรเจนได้ดีกว่าระบบตะกอนเร่งทั่วไป และลด ปัญหาการเกิดสคัลลงด้วยได้ดีอีกด้วย

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนและแบคทีเรียเกาะติดตัวกลาง

ธงชัยและพงษ์ระพีพันธ์ (2535) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกักตุนการด้วยระบบอาร์บีซี โดยใช้ระบบอาร์บีซี ขนาดเครื่องต้นแบบ มีจำนวนทั้งหมด 4 ตอน เส้นผ่าศูนย์กลางแผ่นตัวกลาง 0.5 เมตร พื้นที่ผิวของตัวกลาง 22.5 ตาราง เมตร แผ่นตัวกลางจมอยู่ในน้ำเสียร้อยละ 35 ปริมาตรของถังปฏิกรณ์ 0.2211 ลูกบาศก์เมตร น้ำเสียก่อนเข้าระบบ อาร์บีซีเป็นน้ำเสียที่ผ่านบ่อดักไขมันแล้ว 3 บ่อ บีโอดีและ ซีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบมีค่า 490 และ 606 มิลลิกรัม/ ลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ภาระบีโอดีที่เหมาะสมกับน้ำเสียจากกักตุนหรือร้านอาหารควรมีค่าระหว่าง 9.36-28.22 กรัม/ตารางเมตร/วัน ที่ระยะเวลาเก็บกักในช่วง 1.57 ลงมาจนถึง 0.52 ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพในการบำบัด บีโอดีสูงกว่าร้อยละ 80

ประสิทธิ์ (2540) ได้ศึกษาหาประสิทธิภาพของระบบเครื่องกรองชีวภาพแบบตัวกรองพอดิชาดอากาศ-ตัว กรองเดิมอากาศ มาใช้ทดลองในระบบบำบัดน้ำเสียสารอินทรีย์และไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงแรมภายในถัง ปฏิกรณ์เดียวกัน ซึ่งคุณลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงแรมที่ใช้ศึกษามีค่าความสกปรกในรูปซีโอดี 317.3-721.9 มิลลิกรัม/ ลิตร อัตราส่วนค่าซีโอดีต่อค่าบีโอดีเท่ากับ 1.44 ต่อ 1 และมีค่าทีเคเอ็นอยู่ในช่วง 21.28-61.60 มิลลิกรัม/ลิตร โดยได้ ทดลองหาประสิทธิภาพในการบำบัดเมื่อมีการการบรรทุกสารอินทรีย์เฉลี่ย 0.2, 0.3 และ 0.4 กิโลกรัมบีโอดี/ลูกบาศก์ เมตร.วัน หรือมีการการบรรทุกสารอินทรีย์ต่อพื้นที่ผิว 2.8, 4.0 และ 5.6 กิโลกรัมบีโอดี/ตารางเมตร.วัน ที่เวลาเก็บกัก 4, 8 และ 12 ชั่วโมง พร้อมกับมีการหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาบำบัดร่วมกับน้ำเสียในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ผล การศึกษาพบว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.3 กิโลกรัมบีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน โดยใน ส่วนของถังกรองพอดิชาดอากาศจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอย ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น $\text{NO}_x\text{-N}$ และ ไนโตรเจนทั้งหมดได้ร้อยละ 83.88, 66.88, 79.57, 65.64, 81.73 และ 63.26 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพรวมของทั้ง ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอย ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น และไนโตรเจนทั้งหมดได้ร้อยละ 97.23, 92.50, 97.30, 7.29 และ 84.28 ตามลำดับ ตลอดจนการทดลองระบบมีเสถียรภาพค่อนข้างดี ง่ายต่อการควบคุมดูแลและไม่มี ปัญหาเรื่องตะกอนลอย กลิ่นเหม็นหรือแมลงรบกวน

ขวัญฤดี (2529) ได้ศึกษาการทำงานของระบบ Trickle filter ในการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลโดยใช้ตัว กลางพลาสติกรูปวงคล้ายรวงผึ้งสูง 7 ฟุต มีพื้นที่ผิว 60 ตารางฟุต/ลูกบาศก์ฟุต ผลการทดลองพบว่า ที่ปริมาตรบรรทุก 58.7 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร.วัน ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีโอดีและบีโอดีได้สูงสุด กล่าวคือได้ร้อยละ 56 และ 62 ตามลำดับ สำหรับการหมุนเวียนน้ำทิ้ง พบว่า ที่อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง 1:1, 1:1.5 เหมาะสำหรับการกำจัด ซีโอดีและบีโอดี ถ้าหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงกว่านี้จะเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดได้เพียงเล็กน้อย

ชลิตา (2540) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนโดยระบบไบโอক্রิม โดยทำการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกัก 12, 6 และ 3 ชั่วโมง ในถังปฏิกรณ์ที่มีการหมุนของตัวกลางชนิดเกาะ 2, 4 และ 8 รอบต่อนาที พบว่าระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนคือ ประมาณ 6 ชั่วโมง และพบว่าระบบที่มีตัวกลางยึดเกาะหมุนด้วยความเร็วต่างกันจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนใกล้เคียงกัน

Somwadi (1994) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนโดยระบบไบโอক্রิมขนาดห้องปฏิบัติการที่มีไม้ไผ่เป็นตัวกลางจำนวน 4 ตอน บำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ พบว่า ระบบสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี และได้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์ 1,000 มิลลิกรัมซีโอดี/ลิตร ที่ค่าไฮดรอลิกโหลดคั่ง 25 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร.วัน หรือค่าออร์แกนิกโหลดคั่ง 25 กรัมซีโอดี/ตารางเมตร.วัน ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี บีโอดี ตะกอนแขวนลอย ในโตรเจนและฟอสฟอรัส มีค่าร้อยละ 95.31, 98, 89, 84.60 และ 65.87 ตามลำดับ

2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน

วิชัย(2538) ศึกษาประสิทธิภาพของถังกรองไร้อากาศที่ตัวกลางเป็นเศษหิน เศษคอนกรีตและพลาสติก เพื่อนำมาใช้กับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ โดยใช้ท่อพีวีซีขนาด 5 นิ้ว สูง 1.20 เมตร บรรจุตัวกลางแบบเต็มถัง ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีโอดีประมาณ 300 มิลลิกรัม/ลิตร ทดลองระยะเวลาเก็บกักน้ำ 9 และ 12 ชั่วโมง คิดเป็นออร์แกนิกโหลดคั่ง 0.80 และ 0.60 กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน พบว่าประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีสูงสุดจะเกิดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง โดยตัวกลางหิน เศษคอนกรีต และพลาสติกจะมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับร้อยละ 92.6, 92.2 และ 93.2 ตามลำดับ สำหรับค่าใช้จ่ายต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดจะมีค่าต่ำสุดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12 ชั่วโมง โดยมีค่า 11.14, 18.21 และ 73.05 บาทต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด สำหรับตัวกลางเศษคอนกรีต ตัวกลางหิน และตัวกลางพลาสติกตามลำดับ

จิตเทพ(2534) ศึกษาประสิทธิภาพการลดโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากถังเกรอะ โดยใช้ตัวกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม โดยใช้กระบอกพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความสูง 2.50 เมตร บรรจุโรดม้วนผสมพลาสติกซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางกรองมีความสูง 1.25 เมตรทดลองกำจัดน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีเฉลี่ย 147 มิลลิกรัม/ลิตร มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ย 1.54×10^7 MPN/100 ml ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฮดรอลิกโหลดคั่ง 0.27, 0.18, 0.07 และ 0.06 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 88, 96, 89 และ 99 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีร้อยละ 61, 71, 72 และ 74 ตามลำดับ โดยที่ประสิทธิภาพในการลดมากกว่าร้อยละ 50 เกิดขึ้นที่ตัวกลางมากกว่า 0.45 เมตรขึ้นไป

เกรียงศักดิ์ (2535) ศึกษาเพื่อหารูปแบบระบบบำบัดคอกับที่ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกัฏดาการระบบที่ใช้ประกอบด้วย บ่อดักไขมัน บ่อเกรอะ และถังกรองไร้ออกซิเจน โดยใช้หินเบอร์ 2 เป็นตัวกรองมีความลึก 0.9 เมตร น้ำเสียที่เข้าระบบมีค่าบีโอดี 1,102-3,108 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีค่าเฉลี่ย 1,985 มิลลิกรัม/ลิตร ในช่วงแรกมีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ 0.989 ลูกบาศก์เมตร/วัน ทำให้ระบบมีระยะเวลาเก็บกักรวม 4.5 วัน ต่อมากัฏดาการได้ขยายจาก 30 โต๊ะเป็น 80 โต๊ะ ทำให้มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ 1.236 ลูกบาศก์เมตร/วัน ทำให้ระยะเวลาเก็บกักในระบบเหลือ 3.67 วัน ผลการทดลองพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี ของแข็งแขวนลอย และไขมัน ร้อยละ

89.97, 99.17 และ 95.47 ตามลำดับ ส่วนแอมโมเนียไนโตรเจน และซัลไฟด์ในน้ำทิ้งมีค่าสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาแต่ละส่วนของระบบพบว่า ปกติไขมันมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี ของแ่งแขวนลอย และไขมัน ร้อยละ 31.24, 64.13 และ 57.53 ตามลำดับ บ่อเกรอะสามารถลดค่าบีโอดี และของแ่งแขวนลอยได้ร้อยละ 56.92 และ 81.50 ส่วนถังกรองไร้ออกซิเจนสามารถลดค่าบีโอดี และของแ่งแขวนลอย ร้อยละ 66.15 และ 41.66 คุณสมบัติของน้ำเสียที่ออกจากระบบมีเพียงค่า pH ของแ่งแขวนลอย และออร์แกนิกไนโตรเจน ที่มีค่าได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร จำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบต่อไปเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐาน

กัลยา (2539) ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดน้ำเสียจากโรงอาหารโดยชั้นตัวกลางอัดบรรจุไร้อากาศ โดยใช้น้ำเสียจากโรงอาหารกลางของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีค่าบีโอดี 430-1,190 มิลลิกรัม/ลิตร และซีโอดี 721-1,170 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ถึงปฏิกิริยา anaerobic packed bed มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน การระบรทุกสารอินทรีย์เฉลี่ย 4.69 กรัมซีโอดี/ตารางเมตร.วัน pH มีค่าอยู่ระหว่าง 7-8 สามารถลดค่าบีโอดี และซีโอดีได้ร้อยละ 75.03 และ 66.05 ตามลำดับ หลังจากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่ถังเติมอากาศที่มีค่า DO 3-4 มิลลิกรัม/ลิตร จะได้น้ำทิ้งมีค่าบีโอดี และซีโอดีเฉลี่ย 139 มิลลิกรัม/ลิตร และ 312 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพรวมของระบบร้อยละ 85.95 และ 77.89 ตามลำดับ และเมื่อลดการระบรทุกสารอินทรีย์เหลือ 2.98 กรัมซีโอดี/ตารางเมตร.วัน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 3 วัน ประสิทธิภาพของถังปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้นเป็นร้อยละ 81.11 และ 76.60 ตามลำดับ ค่าบีโอดี และซีโอดีของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 49 มิลลิกรัม/ลิตร และ 103 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

พิศิษฐ์และจุมพล (2543) ได้ศึกษาผลของน้ำยาล้างห้องน้ำต่อการบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยด้วยระบบถังเกรอะ-ถังกรองไร้อากาศสำเร็จรูป พบว่า การใช้น้ำยาล้างห้องน้ำประเภทกรด ปริมาณเฉลี่ย 250 มิลลิตรต่อครั้งต่อสัปดาห์ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ

Amornprasertsook (1991) ได้ทดลองใช้ถังกรองไร้ออกซิเจนขนาดห้องปฏิบัติการ บำบัดน้ำเสียที่มีความสกปรกต่ำ โดยใช้ส่วนผสมทำน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของ ซีโอดี 1,000, 500 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร ใช้ออร์แกนิกโหลดคั่ง ที่ 0.5, 0.25 และ 0.1 กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน เวลาเก็บกัก 40 ชั่วโมง ได้ประสิทธิภาพในการบำบัดร้อยละ 90-96 โดยที่ซีโอดีของน้ำเสีย 200 มิลลิกรัม/ลิตร จะบำบัดจนได้บีโอดีของน้ำทิ้ง 20 มิลลิกรัม/ลิตร และพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดและอัตราการเปลี่ยนเป็น methane เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นของ ซีโอดีสูงขึ้น

Gnanadipathy (1991) ได้ทำการทดลองในระดับ Laboratory scale เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบยูเอเอสบี (UASB : Upflow anaerobic sludge blanket) ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน โดยใช้ น้ำเสียจาก AIT. ผสมกับกลูโคสเพื่อเพิ่มซีโอดีให้ได้ 600 มิลลิกรัม/ลิตร UASB reactor มีขนาด 30 ลิตร ทำการทดลองระยะเวลาเก็บกัก 24, 12, 6 และ 3 ชั่วโมง หรือที่ออร์แกนิกโหลดคั่ง ที่ 0.6, 1.2, 2.4 และ 4.8 กิโลกรัม ซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน หลังจากเดินระบบไปได้ 2 เดือนสามารถลดซีโอดีได้ร้อยละ 90 แนวที่เร็วที่พบบ่อยมากในระบบคือ Methanotrix เมื่อของ สลัดจ์ ยังไม่สมบูรณ์หลังจากเดินระบบได้ 130 วัน จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบยูเอเอสบีเพื่อบำบัดน้ำเสียจากชุมชน

2.4 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชหรือระบบบึงประดิษฐ์

ธัญลักษณ์ (2539) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของติปลีน้า (*Potamogeton malaianus*) และสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) ในพื้นที่ชุ่มน้ำแบบประดิษฐ์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากชุมชน ผลการศึกษาพบว่าบ่อที่ปลูกสาหร่ายหางกระรอกมีประสิทธิภาพในการกำจัดโดยเฉลี่ยสูงสุดดังนี้ บีโอดีร้อยละ 84 สารแขวนลอยร้อยละ 69 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 95 และออร์โธฟอสเฟตร้อยละ 69 ส่วนบ่อที่ปลูกติปลีน้ามีประสิทธิภาพในการกำจัดโดยเฉลี่ยรองลงมาคือ บีโอดีร้อยละ 80 สารแขวนลอยร้อยละ 58 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 93 และออร์โธฟอสเฟตร้อยละ 60 ส่วนบ่อควบคุมที่ไม่มีพืชมีประสิทธิภาพในการกำจัดโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ บีโอดีร้อยละ 60 สารแขวนลอยร้อยละ 18 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 76 และออร์โธฟอสเฟตร้อยละ 35

ชัชชาย (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้ายของวัชพืชน้ำที่จมและลอย โดยในการทดลองได้ใช้วัชพืชน้ำที่ลอย 3 ชนิดคือ จอกหูหนู จอกผักกาด และแห่นเป็ดเล็ก และวัชพืชน้ำที่จม 3 ชนิดคือ สาหร่ายเส้นด้าย สาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายพวงพระโค เพื่อลดปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในน้ำเสียจากโรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ มีชนิดของวัชพืชน้ำ (น้ำหนักรีดแห้ง) ชนิดละ 500 กรัม เป็นทรีตเมนต์ และมีน้ำเสียอยู่ในภาชนะที่มีพื้นที่ผิว 0.51 ตารางเมตรและปริมาตร 95 ลิตร) เป็นหน่วยทดลอง ควบคุมปริมาณวัชพืชน้ำทุกๆ 15, 30 และ 45 วัน ผลการทดลองพบว่า วัชพืชลอยน้ำนั้น จอกผักกาด สามารถลดปริมาณไนเตรท และฟอสเฟตได้ดีที่สุดที่เวลาเก็บเกี่ยว 30 วัน (ไนเตรทลดจาก 17.83 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือ 4.89 มิลลิกรัม/ลิตร และฟอสเฟตลดจาก 28.42 มิลลิกรัม/ลิตรเหลือ 15.23 มิลลิกรัม/ลิตร) ส่วนวัชพืชน้ำสาหร่ายหางกระรอก สามารถลดไนเตรทและฟอสเฟตได้ดีที่สุดที่เวลาเก็บเกี่ยว 45 วัน (ไนเตรทลดจาก 19.00 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือ 5.20 มิลลิกรัม/ลิตร และฟอสเฟตลดจาก 28.80 มิลลิกรัม/ลิตรเหลือ 18.94 มิลลิกรัม/ลิตร)

รุจิรัชต์ (2537) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำขังที่ปลูกกกจันทบูร (*Syperus corymbosus* Rottb) ในการบำบัดน้ำเสียจากหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งผ่านการบำบัดมาแล้วจากที่ชุ่มน้ำขังธรรมชาติ จำนวน 2 บ่อ การทดลองได้กระทำในที่ชุ่มน้ำขังจำนวน 4 บ่อ (ขนาด 1 เมตร x 9 เมตร) บ่อทดลอง 3 บ่อแรกปลูกกกจันทบูร ให้มีความหนาแน่นต่างกันคือ หนาแน่นมาก (ห่างกัน 0.10 เมตร) หนาแน่นปานกลาง (ห่างกัน 0.20 เมตร) หนาแน่นน้อย (ห่างกัน 0.30 เมตร) บ่อทดลองที่เหลือทำเป็นบ่อควบคุมซึ่งไม่ได้ปลูกกกจันทบูร น้ำเสียจากหอพักถูกเก็บกักในบ่อทดลองประมาณ 1 วัน การเก็บตัวอย่างน้ำเสียกระทำที่ระยะทางที่น้ำเสียไหลผ่านบ่อต่างกันคือ 3, 6 และ 9 เมตร ผลการทดลองพบว่า บ่อทดลองที่ปลูกกกจันทบูรหนาแน่นมากมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด คือสามารถลดค่าบีโอดี สารแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ ฟอสฟอรัส และไนเตรทได้เฉลี่ยร้อยละ 67.11, 71.21, 55.11, 47.36 และ 68.00 ตามลำดับ ระยะทางที่น้ำเสียไหลผ่านที่ระยะ 6 เมตรมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด บ่อที่ปลูกกกจันทบูรทุกบ่อสามารถบำบัดน้ำเสียได้ผลดีเมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยประมาณ 1 เดือน

Rosales (1989) ได้ทดลองใช้พืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 1 ในระดับ pilot scale โดยใช้พืชน้ำจาก AIT การทดลองครั้งแรก เปรียบเทียบระหว่างบ่อแห่นแดง (*Azolla nilotica*) บ่อผักตบชวา (water hyacinth) และบ่อที่ไม่มีพืช โดยใช้ บีโอดีไหลคั่ง 94 กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์.วัน ที่เวลาเก็บเกี่ยว 9 วัน การทดลองที่สองเปรียบเทียบระหว่างบ่อที่ใช้ผักตบชวาและแห่นแดง บ่อผักตบชวาและบ่อที่ไม่มีพืช โดยใช้ บีโอดีไหลคั่ง 89 กิโลกรัมบีโอดี/เฮกตาร์.วัน ที่เวลาเก็บเกี่ยว 8 วัน พบว่าบ่อผักตบชวาให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือบ่อแห่นแดง และบ่อที่ไม่มีพืช ตามลำดับ

Sapkota (1987) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ oxidation pond (full scale) ที่มีและไม่มีผักตบชวา (water hyacinth) โดยศึกษาตั้งแต่สัปดาห์สุดท้ายของเดือนตุลาคม 1986 จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของเดือนมกราคม 1987 โดยมี ซีไอดีโบลดคิง เฉลี่ยที่ 106 กิโลกรัม/เฮกตาร์.วัน และ 98 กิโลกรัม/เฮกตาร์.วัน สำหรับบ่อที่มีผักตบชวาและบ่อที่ไม่มีผักตบชวา ตามลำดับ ผลปรากฏว่าในช่วงที่ผักตบชวาปกคลุมทั่วทั้งบ่อ น้ำทั้งมี เอสเอส, ซีไอดี, ทีเคเอ็น และ ทีพี เท่ากับ 9, 20, 2 และ 0.36 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนบ่อที่ไม่มีผักตบชวาน้ำทั้งมี เอสเอส, ซีไอดี, ทีเคเอ็น และทีพี เท่ากับ 45, 94, 5.6 และ 1.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จะเห็นว่าบ่อที่มีผักตบชวาสามารถบำบัดน้ำเสียในรูปของ เอสเอส, ซีไอดี, ทีเคเอ็น และทีพี ดีกว่าบ่อที่ไม่มีผักตบชวา และเมื่อศึกษาในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชน้ำทั้ง 3 ชนิด ในการลดสารมลพิษในน้ำเสียพบว่า ผักตบชวามีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือ จอกหูหนู (*Salvinia* sp.) และบัว (water lily) ตามลำดับ

สร้อยดาว (2534) ได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่มีบีโอดี ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 24.71, 20.72, 2.32 และ 17.52 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในการทดลองได้ให้น้ำเสียไหลอย่างต่อเนื่องผ่านบ่อทดลองจำนวน 5 บ่อที่มีปริมาตร 0.54 ลูกบาศก์เมตร ลึก 0.6 เมตร โดยในบ่อทดลอง 4 บ่อปลูกผักตบชวาที่ความหนาแน่นเริ่มต้น 4, 8, 12 และ 16 กิโลกรัม(น้ำหนักเปียก)/ตารางเมตร ตามลำดับ และอีก 1 บ่อเป็นบ่อควบคุม การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ตามระยะเวลาเก็บกักของบ่อน้ำเสียคือ 4, 7 และ 10 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดสารมลพิษต่างๆ ได้เป็นอย่างดี และสามารถให้แทนระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 ได้ โดยทั่วไปพบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียให้นานขึ้นการลดสารมลพิษจะดีขึ้น แต่ประสิทธิภาพจะแตกต่างกันเมื่อความหนาแน่นเริ่มต้นของผักตบชวาต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสารมลพิษที่จะบำบัด โดยผักตบชวาจะสามารถลดไนโตรเจนและบีโอดีได้ดีเมื่อความหนาแน่นเริ่มต้นสูง แต่จะลดฟอสฟอรัสได้ดีที่ความหนาแน่นเริ่มต้นต่ำ พบว่าบ่อผักตบชวาที่ใช้ทดลองสามารถลดบีโอดีได้เหลือ 1.1-7.07 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมีประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 76.40-94.40 ลดไนโตรเจนทั้งหมดได้เหลือ 4.59-12.13 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมีประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 40.25-73.62 ลดฟอสฟอรัสทั้งหมดได้เหลือ 0.62-1.23 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมีประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 39.41-69.76 และลดของแข็งแขวนลอยได้เหลือ 1.39-3.44 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมีประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 73.78-91.93 และพบว่าในทางปฏิบัติ ความหนาแน่นสุดท้ายที่ควรจะมีเกี่ยวควรอยู่ระหว่าง 18-22 กิโลกรัม(น้ำหนักเปียก)/ตารางเมตร ดังนั้นถ้าจะกำหนดความหนาแน่นเริ่มต้น 4 กิโลกรัม(น้ำหนักเปียก)/ตารางเมตร ซึ่งเป็นความหนาแน่นเริ่มต้นที่แนะนำให้ใช้ และให้ความหนาแน่นสุดท้ายที่จะเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกจากบ่อบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 20 กิโลกรัม(น้ำหนักเปียก)/ตารางเมตร เวลาที่จะต้องเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกจากบ่อจะเท่ากับ 34 วันหรือประมาณ 1 เดือน

2.5 การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ดิน

Bamrungchitta (1986) ได้ทดลองใช้ชุดดิน 7 ชุด ได้แก่ ชุดดินสัดหีบ มวกเหล็ก บ้านโป่ง ชลบุรี แกลง กำแพงแสน และธนบุรี เพื่อหาประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสียจากชุมชน โดยเก็บตัวอย่างดินจากแต่ละชุดดินแยกเป็น 2 คลัสต์ คือ ลึก 0-50 เซนติเมตร และ 50-100 เซนติเมตร และปล่อยให้ให้น้ำเสียซึมผ่านคอลัมน์ดินด้วยระยะเวลา 45 วัน

พบว่า ดินชนิดดินทราย และดินร่วนปนทรายยอมให้น้ำเสียผ่านได้ แสดงว่า ดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้สูงกว่ามีประสิทธิภาพในการลดแบคทีเรียและสารอาหารได้น้อยกว่าดินที่ยอมให้น้ำเสียซึมผ่านได้ต่ำกว่า และสรุปได้ว่า ชุดดิน สัตหีบ มวกเหล็ก และบ้านบึง สามารถลดคอรีโอซอสเฟตและฟิสิกัลโคลิฟอร์ม หลังจาก 5 วันและ 21 วัน ของการซึมผ่านดิน และเพิ่ม pH ของน้ำเสียระดับหนึ่งหลังจากปล่อยให้ซึมผ่านดิน

Rummavas (1989) ได้ทดลองหาความเป็นไปได้ในการลด cations, anions และอีโคไลในน้ำเสียจากชุมชน โดยใช้ดินจาก 4 ชุดดิน ได้แก่ ปากช่อง กำแพงแสน มวกเหล็ก และบ้านบึง เก็บตัวอย่างดินที่ระดับลึก 50 เซนติเมตร จากผิวดิน ให้น้ำเสียไหลผ่านคอลัมน์ดินที่อยู่ในท่อพีวีซียาว 60 เซนติเมตรในทิศทางแนวนอนเป็นเวลา 140 วัน พบว่า ดินร่วนปนทรายให้น้ำผ่านได้มากที่สุด น้ำเสียสามารถไหลผ่านคอลัมน์ดินทุกชุดดินภายในเวลา 140 วันโดยไม่มีปัญหาการอุดตัน ชุดดินกำแพงแสน ปากช่อง มวกเหล็ก และบ้านบึง สามารถกำจัดอีโคไลได้ทั้งหมดหลังจาก 6, 14, 15 และ 16 สัปดาห์ของการซึมผ่านดินและทุกชุดดินสามารถลดซีโอดี ออร์โธฟอสเฟต แอมโมเนียไนโตรเจน โซเดียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต ยกเว้น fixed form ของโปตัสเซียมไอออน ซึ่งถูกชะออกมาภายหลัง สำหรับดินชุด กำแพงแสน โปตัสเซียม โซเดียม และแมกนีเซียม ในexchangeable form ถูกชะออกมาได้มากกว่าชุดดินอื่นๆ ดินชุด บ้านบึง มวกเหล็ก และปากช่องยังคงอยู่ในสถานะที่มีออกซิเจนหลังจากทรีตด้วยน้ำเสีย 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งยังคงมีกระบวนการไนตริฟิเคชันในเทสต์คอลัมน์ ภายหลังการทดลอง pH ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของสารมลพิษประเภท exchangeable cation ในดิน นอกจากนั้นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ทีเคเอ็น exchangeable K โซเดียมและซัลเฟตที่ละลายได้ และคลอไรด์เพิ่มขึ้นอย่างมากขณะที่ available-P แอมโมเนียไนโตรเจน อินทรีย์ คาร์บอน และ CEC เพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม แมกนีเซียมไอออนในดินชุดกำแพงแสนถูกปล่อยออกมาหลังการผ่านของน้ำเสียชุมชน นอกจากนั้นการเคลื่อนที่ของไอออนและอีโคไลขึ้นกับ ความสามารถในการซึมผ่านของดิน การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าชุดดินกำแพงแสนสามารถกรองไอออนส่วนใหญ่และอีโคไลที่ 0-5 เซนติเมตร ขณะที่ดินชุด บ้านบึงกรองที่ระยะ 30-60 เซนติเมตรของคอลัมน์ดิน

2.6 เทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย

Suttaaroj (1997) ได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจน ด้วยถังกรองชนิด สารกรองเคลื่อนที่ (AMBF) และถังปฏิกรณ์ชนิดฟลูอิดไคซ์เบด (FBR) โดยทำการแปรค่าภาระบรรจุทางอินทรีย์ 4 ค่า ได้แก่ 1.02, 1.70, 2.39 และ 3.08 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร(ตัวกลางในถังปฏิกรณ์ทั้งหมด).วัน และค่าภาระบรรจุทางทีเคเอ็น 4 ค่าได้แก่ 0.09, 0.15, 0.22 และ 0.28 กิโลกรัมทีเคเอ็น/ลูกบาศก์เมตร(ตัวกลางในถังปฏิกรณ์ทั้งหมด).วัน ในการทดลองควบคุมให้มีอัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย 190 ลิตร/วัน อัตราการสูบน้ำทิ้งกลับเข้าถัง FBR เท่ากับ 3.5 เท่าของน้ำเสียเข้า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง AMBF และถัง FBR เท่ากับ 30 และ 0.8 ลิตร ตามลำดับ เวลาเก็บกักในถัง AMBF เท่ากับ 4 ชั่วโมง 28 นาที (เทียบกับปริมาตรที่ไม่มีตัวกลาง) และในถัง FBR เท่ากับ 22 นาที (เทียบกับปริมาตรที่ไม่มีตัวกลาง) ผลการทดลองสรุปได้ว่าค่าภาระบรรจุทางอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบระบบนี้ ควรอยู่ในช่วง 1.0-2.4 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร.วัน ที่ทำให้ทั้งการกำจัดซีโอดีและไนโตรเจนทั้งหมดมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

สุพรรณ พุทธนา และประสิทธิ์(2540) ได้ศึกษากระบวนการผลิตก๊าซโอโซนและการนำก๊าซโอโซนที่ผลิตขึ้นมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 พบว่าปริมาณก๊าซโอโซนที่ผลิตได้แปรผันโดยตรงกับค่าศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องผลิตก๊าซโอโซนที่แต่ละอัตราการไหลของออกซิเจน และเมื่อเทียบกับแต่ละค่าศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ พบว่า ปริมาณก๊าซโอโซนที่ผลิตได้แปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลของออกซิเจน และเมื่อนำก๊าซโอโซนที่ผลิตได้จากเครื่องผลิตโอโซนโดยใช้ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ 9 kv และอัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 1.5 ลิตร/นาทิจนผ่านไปยังน้ำเสียพบว่าสามารถกำจัดแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟิคัลสเตรปโตคอคคัส และ ซีโอดี ได้ร้อยละ 99.99, 100, 100, 100 และ 100 ตามลำดับที่เวลา 15 นาที

ผดุง (2541) ได้ศึกษาผลของน้ำยาล้างภาชนะที่มีต่อประสิทธิภาพของถังดักไขมันในการบำบัดน้ำเสียจากร้านอาหาร โดยใช้ถังดักไขมันสำเร็จรูปตั้งพื้นแบบ GT-30 ปริมาตร 30 ลิตร ติดเข้ากับอ่างล้างภาชนะที่ปรับอัตราการไหลของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 1.20 ลิตร/นาทิจ และระยะเวลาเก็บกักไม่ต่ำกว่า 15 นาที (เฉลี่ย 25 นาที) และใช้น้ำยาล้างภาชนะที่ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิว 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A มี Sodium Dodecyl Benzene Sulphonate (DBS) เป็นส่วนประกอบหลัก และกลุ่ม B มี Sodium Alkyl Benzene Sulphonate (ABS) เป็นส่วนประกอบหลัก โดยแต่ละกลุ่มใช้ความเข้มข้น 2 ระดับ คือ 0.5% และ 1.5% โดยปริมาตร น้ำเสียเข้าถังดักไขมันมีค่าเฉลี่ยของไขมันและน้ำมัน และของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 832 และ 1,559 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และมีค่า pH 5.0-6.1 ผลการศึกษาพบว่า น้ำยาล้างภาชนะที่มี DBS เป็นสารลดแรงตึงผิวมีผลทำให้ประสิทธิภาพของถังดักไขมันในการลดไขมันและน้ำมันดีกว่าการใช้ น้ำยาล้างภาชนะที่มี ABS เป็นสารลดแรงตึงผิว แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดของแข็งแขวนลอย และระดับความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้มีผลต่อประสิทธิภาพของถังดักไขมันในการลดไขมันและน้ำมัน แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดของแข็งแขวนลอย การศึกษานี้แนะนำให้ใช้น้ำยาล้างภาชนะที่มี DBS เป็นสารลดแรงตึงผิว ที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 0.5% ซึ่งจะส่งผลดีต่อถังดักไขมัน

Okui (1991) ได้ทดลองใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอนขั้นแรกของน้ำเสียจาก AIT โดยพบว่าสารเคมีที่เหมาะสมคือ ferric chloride 40 มิลลิกรัม/ลิตร cationic polymer (CAT-FLOC-CL) 10 มิลลิกรัม/ลิตร และ anionic polymer (R-300) 1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งทดลองด้วย Jar Test โดยพิจารณาจากผลของสารเคมีเหล่านี้ต่อการทำประจุให้เป็นกลาง และจากการทดลองระดับ pilot scale ได้ประสิทธิภาพในการลด ซีโอดีทั้งหมด, ซีโอดีที่ละลายน้ำ, เอสเอส และฟอสเฟตทั้งหมด สูงสุดถึงร้อยละ 71, 57, 65 และ 78 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพเหล่านี้ขึ้นกับ flow rate และลักษณะของน้ำเสีย ความสามารถในการแยกน้ำออกจากสลัดจ์ซึ่งพิจารณาจากการวัดค่าสลัดจ์ resistance และ capillary suction time ซึ่งพบว่าสลัดจ์ที่ได้นี้มีความสามารถในการแยกน้ำออกได้ง่ายกว่าสลัดจ์จากถังตกตะกอนธรรมดา

Chen(1988) ได้ทดลองใช้ microfiltration (MF) ในการบำบัดน้ำเสียจาก AIT โดยทำ pretreatment ด้วยการ flocculation ก่อน ซึ่งพบว่าการเลือก size ของ membrane, dose ของ alum และ cross-flow velocity มีผลต่อการบำบัดเป็นอย่างมาก วิธีนี้บำบัด ซีโอดี, ที และ E. coli ได้สูงมาก

Polprasert, Pandey, & Udomsinrot (1988) ได้ทดลองใช้ pilot scale air stripping tower เพื่อลดแอมโมเนียไนโตรเจนใน effluent ที่ออกมาจาก anaerobic filter ของโรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา เพราะถ้ามีแอมโมเนียไนโตรเจนสูงจะต้องใช้คลอรีนในปริมาณมากในการฆ่าเชื้อ ผลปรากฏว่า จากแอมโมเนียไนโตรเจนใน anaerobic filter effluent ซึ่งมีประมาณ 20-30 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 71.1 ที่อัตราการไหลของน้ำเสีย

8.2 ลิตร/นาฬิกา หรือคิดเป็นภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 18.6 ลิตร/นาฬิกา.ตารางเมตร ที่ pH 10.5 แต่การปรับ pH ของน้ำเสียจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นจึงเสนอแนะให้ใช้ air stripping โดยไม่ต้องปรับ pH จะทำให้ลดการใช้คลอรีนลงได้ร้อยละ 60 หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายลดลงจาก 102 บาท/วัน ลงเป็น 82 บาท/วัน โดยให้มี chlorine residual 1.2 มิลลิกรัม Cl_2 /ลิตร แต่ถ้าปรับ pH เป็น 8.2 โดยใช้ NaOH ค่าใช้จ่ายจะเพิ่มเป็น 186 บาท/วัน เพราะจะเพิ่มค่าใช้จ่ายของ NaOH ที่ต้องเติมเข้าไป

Surachapitak (1993) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซีเพื่อใช้ในการออกแบบและประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ โปรแกรมนี้ทำให้ประหยัดเวลาในการคำนวณ จึงทำให้สามารถเปรียบเทียบระบบต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการเลือกระบบที่เหมาะสมได้

Rachu (1997) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic ร่วมกับ Excel โดยโปรแกรมจะทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window 95 โดยใช้ชื่อ โปรแกรมว่า Computerized Hydraulic Utilities (CHU) ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อการออกแบบและการวิเคราะห์ทางชลศาสตร์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย โดยช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของผู้ออกแบบและช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถทราบถึงภาระทางชลศาสตร์ เช่นระดับน้ำ หรือความเร็วของน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นที่ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ต่างๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบหรือปรับปรุงขนาดขององค์ประกอบทางชลศาสตร์ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงอัตราการไหลที่ระบบบำบัดน้ำเสียต้องรองรับ

3. การใช้ประโยชน์ของน้ำเสีย น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไชมันและกากตะกอนจากระบบบำบัด

จักรกฤษณ์ (2541) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำเสียจากชุมชนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อการเกษตรโดยทดลองกับพืช 17 ชนิด ทั้งไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้ประดับ พืชไร่ พืชผัก พืชสวนครัว และพืชอาหารสัตว์ พบว่าการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่ได้รับน้ำเสียมีค่าสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติ โดยความแตกต่างนี้ชัดเจนที่สุดในกรณีของไม้ยูคาลิปตัส ข้อมูลการศึกษาโดยภาพรวมยังแสดงแนวโน้มว่าพืชที่ได้รับน้ำเสียอีกหลายชนิดมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ได้รับน้ำปกติยกเว้น ไม้และต้นเข็ม ส่วนผลการศึกษาถึงบทบาทของดินในการบำบัดน้ำเสีย พบว่าน้ำเสียที่ผ่านดินในระดับความลึก 15 เซนติเมตร เป็นต้นไป สามารถทำให้น้ำเสียมีคุณภาพดีขึ้น โดยมีค่าบีโอดี ทีเคแอล ฟอสเฟต และความขุ่นลดลง ทั้งนี้ค่า ทีเคแอล ฟอสเฟต ไม่สามารถตรวจพบในดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 15 เซนติเมตร เป็นต้นไป ส่วนค่าบีโอดีและค่าความขุ่นนั้นจะลดลงมากขึ้นเมื่อปล่อยน้ำเสียซึมผ่านดินที่มีระดับความลึกมากขึ้น

นภดล (2540) ได้ทดลองผลิตมูลชีวภาพของบิสต์จากน้ำเสียที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์และเป็นการบำบัดน้ำเสียในขณะเดียวกัน ตัวอย่างน้ำเสียมีค่าบีโอดี ซีโอดี เฉลี่ย 558 และ 941 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีไขมันเป็นองค์ประกอบเฉลี่ย 3.27 กรัมต่อลิตร เมื่อเลี้ยงเชื้อบิสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อจากน้ำเสียที่ไม่เติมแหล่งคาร์บอนเปรียบเทียบกับอาหารเลี้ยงเชื้อจากน้ำเสียที่เติมแหล่งคาร์บอน ได้แก่ กลีเซอรอล และกลูโคส พบว่าเชื้อ Y8662 เติบโตได้ดีกว่าบิสต์สายพันธุ์อื่นๆ เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อจากน้ำเสียและน้ำเสียที่เติมกลีเซอรอล ได้น้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุด 2.58 และ 8.40 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ประกอบภายในเซลล์ของบิสต์ที่รวบรวมได้ พบว่าเชื้อ Y8662 มีปริมาณโปรตีน ปริมาณและชนิดกรดอะมิโน รวมทั้งชนิดและ

ปริมาณวิตามินที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์มากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนั้นยังสามารถลดค่า บีโอดี ซีโอดี ในน้ำเสียได้ร้อยละ 90.7 และ 88.3 ตามลำดับ หลังนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

Lee (1973) ได้ทดลองบำบัดน้ำเสียเพื่อให้น้ำที่มีคุณภาพใช้ดื่มได้โดยใช้ 2 ขบวนการ โดยขบวนการแรก ประกอบด้วย high rate oxidation pond, dissolved-air flotation, roughing filtration, powdered activated carbon adsorption, upflow sedimentation, dual-media filtration และ chlorination ขบวนการที่สองประกอบด้วย high rate oxidation pond, dissolved-air flotation, roughing filtration, semi-rapid filtration (ใช้เกล็ดเป็นตัวกรอง) และ chlorination ผลการทดลองทั้งสองขบวนการผลิตน้ำที่มีคุณภาพเป็นน้ำดื่มได้ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

Pongsittisak (1996) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในอาคาร ระหว่างการกรองตรง การดูดติดผิว และการกรองด้วยแผ่นเยื่อกรอง ในการทดลองได้กรองน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด ขั้นที่สองแล้ว ผ่านถังกรองที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ถังกรองตรง (ใช้ทรายขนาด 0.5 มิลลิเมตร และแอนทราไซท์ ขนาด 1 มิลลิเมตร เป็นสารกรอง) ถังดูดติดผิว (ใช้ถ่านกัมมันต์ขนาด 0.8 มิลลิเมตร เป็นสารกรอง) และถังกรองด้วย แผ่นเยื่อกรอง (ใช้เยื่อกรองแบบเส้นใยกลวงขนาด 0.1 ไมครอน) ผลการทดลองพบว่ากระบวนการดูดติดผิว สามารถ ลดสี ซีโอดี แอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสฟอรัส ได้ดีกว่าการกรองตรงและการกรองด้วยแผ่นเยื่อกรอง เมื่อพิจารณา ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า วิธีการบำบัดน้ำเสียที่คุ้มทุนมากที่สุด คือ การกรองตรงโดยใช้บำบัดน้ำเพื่อนำกลับมาใช้เป็นน้ำชดเชยในระบบปรับอากาศอาคารสำนักงาน ที่มีขนาดตั้งแต่ 50,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือมีอัตราการนำ กลับมากกว่า 333 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จะให้อัตราผลตอบแทนการลงทุนไม่น้อยกว่าร้อยละ 11.5 ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8.0 และคืนทุนในระยะเวลา 5 ปี 9 เดือน เสียค่าใช้จ่ายดำเนินงานและบำรุงรักษารายปีประมาณ 9.80 บาทต่อ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าอัตราค่าน้ำประปาอยู่ 1.51 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่ออัตราค่าน้ำประปาเท่ากับ 11.31 บาทต่อ ลูกบาศก์เมตร จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารโครงการพบว่าร้อยละ 80 เห็นด้วยกับแนวทางการนำน้ำเสีย กลับมาใช้ใหม่และร้อยละ 76.7 คิดว่ากิจกรรมที่ควรนำน้ำเสียมาใช้ ได้แก่ การรดน้ำต้นไม้

ฉันทานนท์ (2540) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ ประโยชน์ โดยศึกษาเฉพาะในส่วนของการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการสวนสาธารณะในเขตพื้นที่เมืองพัทยา ซึ่งใช้ วิธีวิเคราะห์แบบการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis, CBA) โดยทำการวิเคราะห์ทั้งทางการเงิน (Financial Analysis) และทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Analysis) โดยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ 3 วิธี คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนต้นทุน (Benefit-Cost Ratio, BCR) และ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR) สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการยอมรับความเป็นไปได้ของโครงการ คือมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ อัตราส่วนผลตอบแทนส่วนต้นทุนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ หนึ่ง และอัตราผลตอบแทนของโครงการมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเสียโอกาสของทุนที่ร้อยละ 12 นอกจากนี้ได้ทำ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของโครงการ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ พบว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนทางการเงิน กล่าวคือ มี NPV เท่ากับ -216,677.96 บาท BCR เท่ากับ 0.98 และ FIRR เท่ากับร้อยละ 10 แต่มีความคุ้มค่าในการลงทุนทางเศรษฐกิจ คือ มีค่า NPV เท่ากับ 1,656,446.41 บาท BCR เท่ากับ 1.17 และ EIRR เท่ากับร้อยละ 39 ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการประเมินผลตอบแทนของโครงการเฉพาะผลตอบแทนที่คิดเป็นตัวเงินได้ (tangible benefit) เท่านั้น ซึ่งหากมีการรวมผลตอบแทนอื่นๆ ที่ไม่สามารถตีค่าเป็นตัวเงินได้ อาทิเช่น การลดปริมาณ น้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลอง การลดผลกระทบต่อสัตว์น้ำ และระบบนิเวศน์แหล่งน้ำไว้ในกรณีวิเคราะห์ก็ยิ่งจะทำให้

โครงการมีความเป็นไปได้และมีความคุ้มค่าในการลงทุนยิ่งขึ้นซึ่งเป็นการช่วยลดความต้องการใช้น้ำประปาและน้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติ รวมทั้งเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

สุภารัตน์(2538) พบว่ามีความเป็นไปได้พอสมควรในการนำกากไขมันจากบ่อดักไขมันไปใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบ เพื่อนำมาใช้ผลิตอาหารสัตว์ เนื่องจากมีปริมาณสารอาหารที่สำคัญเพียงพอ เช่น โปรตีนแต่เปอร์เซ็นต์ไขมันค่อนข้างสูงเกินมาตรฐาน ดังนั้นเมื่อนำกากไขมันมาใช้ผสมในสูตรอาหารสัตว์โดยให้มีปริมาณโปรตีนมาตรฐาน 12% ต้องใช้มันเส้น 69.92% กากถั่วลิสง 16.08% กากไขมัน 11.90% เกลือป่น 0.5% วิตามินและแร่ธาตุ 1.6% โดยอาหารสัตว์สูตรดังกล่าวจะมีปริมาณไขมันเท่ากับ 5.15%

กัลยา (2537) ได้ศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดินและความเสี่ยงของเชื้อซาลโมเนลลา เนื่องจากการนำตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และสรุปว่า ก่อนการใช้ประโยชน์กากตะกอนทางการเกษตรนั้นสามารถลดความเสี่ยงจากเชื้อซาลโมเนลลาได้โดยฝังแดดจัดเป็นเวลา 7 วัน และหลังจากเติมกากตะกอนลงในดินทดลอง 2 ประเภทคือ ดินเหนียวและดินร่วนที่มีอัตรา 20 และ 40 เมตริกตัน/เฮกตาร์ ไม่มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

Saonanon (1999) พบว่ากระบวนการบำบัดน้ำเสียไม่สามารถกำจัดการปนเปื้อนของซาลโมเนลลาในน้ำทิ้งชีโรวาร์ที่ตรวจพบในน้ำได้แก่ *S. Agona* *S. Anatum* *S. Enteritidis* *S. Orion* *S. Panama* และ *S. Rissen* ส่วนชีโรวาร์ที่ตรวจพบในกากตะกอนได้แก่ *S. Agona* *S. Anatum* และ *S. Rissen* ทั้งนี้ชีโรวาร์ที่ตรวจพบได้บ่อยในน้ำและกากตะกอนได้แก่ *S. Agona* และ *S. Rissen* ปริมาณซาลโมเนลลาที่ปนเปื้อนในกากตะกอนเริ่มต้นที่ 170 MPN/100 ml การฝังแดดกากตะกอนติดต่อกันเป็นเวลา 8 วัน ลดปริมาณซาลโมเนลลาให้เหลือน้อยกว่า 2 MPN/100 ml ซึ่งต่ำกว่าปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตราย (105 เซลล์/น้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม) และตรวจไม่พบการปนเปื้อนจากซาลโมเนลลาในดินที่เติมกากตะกอนซึ่งผ่านการฝังแดดแล้ว 8 วัน ซึ่งนำไปใช้ในการปลูกกะหล่ำ แม้จะตรวจพบการปนเปื้อนจากซาลโมเนลลาในบางช่วงของการเพาะปลูก แต่การปนเปื้อนนับพบได้ทั้งดินที่เติมกากตะกอนและไม่เติมการตะกอน

Bharkongsook (1991) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในผักคะน้าและผักกาดหอม เมื่อใช้สลัดจ์จากระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนห้วยขวางมาใช้เป็นปุ๋ย สรุปได้ว่าการใช้สลัดจ์ 3,200 กิโลกรัม/ไร่ หรือใช้สลัดจ์ 3,200 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับแกลบได้ผักที่มีปริมาณโลหะหนักสะสมอยู่ต่ำกว่าค่าที่จะเป็นอันตราย ซึ่งปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับค่า acceptable daily intake (ADLFAO/WHO)

อรวรรณ(2540) ได้สรุปว่าผลการศึกษาวิจัยตั้งแต่ พ.ศ. 2528 พบว่าการจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนน่าจะเลือกใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพราะ 1) มีการแยกการบำบัดน้ำเสียระหว่างชุมชนกับอุตสาหกรรม 2) ศักยภาพความเป็นปุ๋ยของกากตะกอนเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมี 3) การฝังแดดกากตะกอน 7 วันจะลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลาให้มีต่ำกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดโรคหรือตรวจไม่พบ 4) กากตะกอนทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น 5) การย่อยสลายอินทรีย์สารและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินมีมากขึ้นภายหลังการเติมกากตะกอนลงดิน 6) อัตราการเติมกากตะกอนลงดินจนถึง 80 เมตริกตัน/เฮกตาร์เป็นอัตราเติมที่น่าจะได้รับการพิจารณาในทางปฏิบัติ เพราะปริมาณโลหะหนัก (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) ที่มีอยู่ในดินที่เติมกากตะกอน เป็นปริมาณที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร ผลผลิตของพืชผัก (ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักบุ้งจีน และผักกวางตุ้ง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ปริมาณโลหะหนักในพืชผักแล้ว แต่เกินปริมาณที่พบได้ในพืชผักทั่วไปรวมทั้งไม่ปรากฏอาการแพ้พิษในพืชผักอีกด้วย

4. การประเมินการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

ได้มีการประเมินการดำเนินงานของระบบบำบัดชนิดติดตั้งในที่สำหรับแต่ละบ้านโดย อรรถชัยและเพชรพร (2534) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากถังเกรอะและถังกรองซึ่งเป็นถังสำเร็จรูปชนิดติดตั้งในที่ โดยอาศัยแบบที่เรียบแบบไม่ใช้ออกซิเจนจำนวน 4 ถัง เป็นเวลา 3 เดือน น้ำเสียที่เข้าระบบเป็นน้ำเสียจากส้วมในสภาพการใช้งานจริง จำนวนผู้ใช้เท่ากับจำนวนที่กำหนดโดยผู้ผลิต 1 แห่งและมีจำนวนผู้น้อยกว่า จำนวนที่กำหนดโดยผู้ผลิต (2-4 คน จาก 5 คน) 3 แห่ง จากการศึกษพบว่า น้ำทิ้งจากระบบมีค่าบีโอดี ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ อินทรีย์ไนโตรเจน ตะกอนหนัก และฟิออซ ได้มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31, 33, 333, 8 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร และ 7.3 ตามลำดับ ทั้งนี้ความน่าจะเป็น 50% ของพารามิเตอร์ดังกล่าวเท่ากับ 32, 29, 325, 6 มิลลิกรัม/ลิตร, 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร และ 7.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำเหล่านี้มีความเบี่ยงเบนไม่มาก ส่วนพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐานคือ แอมโมเนียไนโตรเจน และทีเคเอ็น โดยมีค่าเท่ากับ 73 และ 80.9 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ($P 50\% = 76$ และ 88 มิลลิกรัม/ลิตร) สาเหตุคาดว่าเนื่องจากระบบรับน้ำส้วมโดยตรงจึงมีความเข้มข้นสูงหากมีการเจือจางจากน้ำส่วนอื่นๆที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ในอาคารและปล่อยทิ้งมารวมกัน ค่าเหล่านี้ก็น่าจะอยู่ในเกณฑ์ได้ ส่วนลักษณะสมบัติอื่นๆที่ไม่ได้กำหนดในมาตรฐานคือ อุณหภูมิ ซีโอดี ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่า 30°C , 171, 12 มิลลิกรัม/ลิตร และ 9.2×10^4 MPN/100 ml ตามลำดับ ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าสูงพอสมควร

ศานติ (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะน้ำทิ้งของโรงพยาบาลที่มีขนาดและระบบบำบัดน้ำเสียต่างกัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล 12 แห่งในกรุงเทพฯ ผลการศึกษาพบว่า ขนาดของโรงพยาบาลไม่มีผลต่อลักษณะน้ำทิ้งของโรงพยาบาล แต่โรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสียต่างแบบกัน ลักษณะน้ำทิ้งจะมีความแตกต่างกัน และพบว่าในโรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีสมรรถนะในการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดได้แก่ ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ลักษณะน้ำทิ้งจะมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่าระบบสำเร็จรูปแอโรบิก และบ่อเกรอะ สำหรับกลุ่มโรงพยาบาลขนาด 50-120 เตียง โรงพยาบาลที่บำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะจะมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 189.7, 352.9 และ 79.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โรงพยาบาลที่บำบัดน้ำเสียระบบสำเร็จรูปแบบแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 119.3, 281.3 และ 38.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 43.6, 97.7 และ 18.6 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ กลุ่มโรงพยาบาลขนาด 121 - 500 เตียง โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะมีค่าบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 176.0, 306.8 และ 20.5 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียระบบสำเร็จรูปแบบแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 121.5, 210.2 และ 41.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 45.5, 88.8 และ 16.7 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ กลุ่มโรงพยาบาลขนาด 500 เตียงขึ้นไป โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเกรอะมีค่าบีโอดี และซีโอดี 142.3, 175.6 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โรงพยาบาลที่มีการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีค่าเฉลี่ยบีโอดี ซีโอดีและตะกอนแขวนลอย 47.1, 103.0 และ 9.3 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

สุริวัฒน์ (2536) ศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลพบว่า ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดี ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Continuous-flow stirred reactor เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดร้อยละ 95.0 ระบบ Extended aeration & Aerobic digester ร้อยละ 93.8 ระบบจานหมุนชีวภาพร้อยละ 90.5 ระบบคววนเวียนร้อยละ 86.2 และระบบเกลียวชีวภาพร้อยละ 78.8 สำหรับค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียไม่รวมราคาที่ดินและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง พบว่าระบบเกลียวชีวภาพเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดคือ 7.83 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบ Continuous-flow stirred reactor 1.87 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบ Extended aeration & Aerobic digester 3.55 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบจานหมุนชีวภาพ 2.04 บาท/ลูกบาศก์เมตร ระบบคววนเวียน 1.41 บาท/ลูกบาศก์เมตร และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบมากที่สุดได้แก่ ความรู้และความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2543) ได้ตรวจสอบการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธราชสาธุบุรี โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธราชยะลา ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 11 นครศรีธรรมราช และศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 12 ยะลา พบว่ามีสภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์สามารถใช้งานได้ตามปกติ คุณภาพน้ำทิ้งได้มาตรฐานเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ แต่ประสิทธิภาพการดูแลระบบส่วนใหญ่พบว่ามีความระดับคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งจัดว่าต้องปรับปรุง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2543) ได้ตรวจสอบการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธราชธาตุพนม พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันสามารถรองรับการขยายเป็น 120 เตียงของโรงพยาบาลได้ แต่สาเหตุที่ระบบบำบัดน้ำเสียใช้งานไม่ได้ไม่เต็มตามที่ควรเนื่องจากมีอุปกรณ์ชำรุดหลายอย่าง ซึ่งต้องแก้ไขโดยด่วนเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างเต็มความสามารถและป้องกันการกระจายของเชื้อโรคออกสู่ชุมชน

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2543) ได้ตรวจสอบการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลประสาท อำเภอเมือง เชียงใหม่ และเสนอแผนปรับปรุงระบบบำบัด ตลอดจนแนะนำวิธีควบคุมระบบให้แก่พนักงานผู้ควบคุมระบบ

กรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานระบบจัดการน้ำเสียของเทศบาลและสุขาภิบาล โดยได้ 1) ศึกษาและประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางของเทศบาลและสุขาภิบาลจำนวน 19 พื้นที่ 2) ศึกษาและประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางของเทศบาลและสุขาภิบาลจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลเมืองศรีราชา เทศบาลเมืองพิจิตร และเทศบาลเมืองสกลนคร 3) เสนอแนะแนวทางและวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลและสุขาภิบาล 4) เสนออัตราค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลและสุขาภิบาลทั้ง 3 แห่ง และกลไกในการคั่นทุนด้านการจัดการน้ำเสีย และ 5) เสนอแนวทางและวิธีจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสีย จากการศึกษาพบว่า ลักษณะน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบทั้งนี้เนื่องจากการย่อยสลายของน้ำเสียในเส้นท่อน้ำที่น้ำเสียจะไหลมาถึงระบบบำบัด ซึ่งพิจารณาได้จากอัตราส่วนระหว่างบีโอดีและซีโอดีมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติของน้ำเสียสด และปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตรวจพบในน้ำเสียสด นอกจากนั้นยังเกิดจากมีน้ำใต้ดินซึมเข้าท่อแขนง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นท่อเก่าๆ ไม่มีการป้องกันการซึม ระบบท่อแขนงไม่มีความลาดเอียงจึงเกิดการตกตะกอนในเส้นท่อ และมีเทศบัญญัติห้ามทิ้งสิ่งปฏิกูลลงท่อสาธารณะจึงมีการสร้างบ่อเกรอะและบ่อซึมไม่มีการเชื่อมเข้ากับระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ในการศึกษานี้ได้เสนอ

แนะนำให้ใช้ลักษณะน้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการออกแบบ โดยประมาณดังนี้ บีโอดี 50-75 มก./ล. ไนโตรเจน (ทีเคเอ็น) 10-20 มก./ล. และฟอสฟอรัสรวม 2-6.5 มก./ล. ลักษณะน้ำเสียดังกล่าวจะมีค่าสูงขึ้นได้ถ้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียไม่ยาวมาก หรือเมื่อมีการปรับปรุงท่อแขนง หรือเมื่อออกแบบโดยเลือกเป็นระบบท่อแยก และยังสามารถเสนอแนะว่าการเลือกใช้ระบบ onsite treatment สำหรับชุมชนขนาดเล็กน่าจะมีเหมาะสมและประหยัดกว่าการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางซึ่งใช้งบประมาณมาก และต้องการผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการควบคุมดูแลระบบ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาถึงขนาดชุมชนที่เหมาะสมด้วย นอกจากนั้นยังได้จัดทำคู่มือดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียมีความรู้ความเข้าใจการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและวิธีการตรวจสอบการเดินระบบ

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

ในการจัดการน้ำเสียจากชุมชน จะต้องให้ความสำคัญตั้งแต่

1. การลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย ซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดำเนินชีวิตบางอย่าง เช่น การอาบน้ำโดยใช้ฝักบัวจะประหยัดน้ำกว่าการอาบน้ำ การดักเศษอาหารออกจากจาน ชามให้สะอาดก่อนที่จะล้าง จะสามารถลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างและลดความสกปรกของน้ำเสียลงได้ หรือการมีตะแกรงกรองน้ำเสียจากครัว จะสามารถลดความสกปรกของน้ำเสียในรูปบีโอดีจาก 1,774 มิลลิกรัม/ลิตร ลงมาเป็น 540 มิลลิกรัม/ลิตร (ชงชัยและคณะ, 2532) เป็นต้น ในการลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียจากชุมชน องค์ความรู้ในด้านนี้มีอยู่แล้วแต่ยังไม่ค่อยมีผลในทางปฏิบัติ เนื่องจากขาดการให้ความรู้ในรายละเอียดให้แก่ประชาชน ดังนั้นการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้แก่ประชาชนในลักษณะที่เห็นชัดเป็นรูปธรรมอย่างสม่ำเสมอ น่าจะนำไปสู่ผลในทางปฏิบัติได้

2. การนำธาตุอาหารในน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ในการปลูกพืช ใช้เลี้ยงยีสต์ หรือเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น การวิจัยทางด้านนี้ยังต้องดำเนินต่อไปอีก เพื่อให้เห็นว่า การนำน้ำเสียมาใช้ปลูกพืชมีผลต่อดินและน้ำใต้ดินในระยะยาวหรือไม่ และอย่างไร หรือในกรณีที่นำมาเลี้ยงยีสต์ หรือสาหร่ายเซลล์เดียว จะต้องพัฒนาวิธีการเลี้ยงให้ได้ผลที่ดียิ่งขึ้น และจะต้องประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย

3. ถ้าไม่สามารถนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ได้ จำเป็นต้องบำบัดน้ำเสียจะต้องเลือกเทคโนโลยีในการบำบัดที่เหมาะสมกับสถานที่นั้นๆ โดยคำนึงถึงคุณภาพน้ำทิ้ง ความยากง่ายในการควบคุมระบบ พื้นที่ที่จะต้องใช้ และค่าใช้จ่าย เป็นต้น องค์ความรู้ในด้านเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนค่อนข้างสมบูรณ์ แม้ว่ามีงานวิจัยทางด้านนี้มากมายแล้วก็ตาม เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจะต้องมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะในด้านที่สลับซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากพื้นที่ในการสร้างระบบบำบัดมีจำกัด หรือในด้านที่ใช้ธรรมชาติช่วยมากขึ้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

นอกจากนี้ควรมีการศึกษาความเหมาะสมและข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่างๆ ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น หมู่บ้านจัดสรรอาจมีทางเลือกติดตั้งระบบบำบัดแบบสำเร็จรูปที่แต่ละบ้าน หรือติดตั้งระบบบำบัดแบบสำเร็จรูปที่แต่ละบ้านและมีระบบบำบัดรวมเพื่อให้การบำบัดดียิ่งขึ้น หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียรวมสำหรับหมู่บ้าน ส่วนกรณีของ

กรุงเทพมหานครหรือเทศบาล ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น อาจปรับเปลี่ยนคลองหรือสระน้ำให้เป็น aerated lagoon ซึ่งประชาชนริมฝั่งคลองของกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ยอมรับการติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียในคลอง(เต็มดวงและคณะ,2533) กับการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กหลายๆ แห่งกระจายไปทั่วพื้นที่ และการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งอภิชาติและเกษมสันต์(2541) ได้เปรียบเทียบค่าลงทุนและค่าดำเนินการคร่าวๆ เพื่อให้เห็นทางเลือกอื่นๆ นอกจากระบบบำบัดน้ำเสียรวม

4. การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้รดน้ำต้นไม้ ใช้เป็นน้ำชลประทานในระบบปรับอากาศสำนักงาน หรือใช้ในระบบชักโครก เป็นต้น องค์ความรู้ในด้านนี้ชัดเจนอยู่แล้ว แต่การนำไปใช้ในทางปฏิบัติยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร หากมีการประชาสัมพันธ์ให้เห็นอาคารต้นแบบที่ออกแบบท่อแยกระหว่างท่อน้ำประปากับท่อน้ำที่นำน้ำบำบัดแล้วมาใช้ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงผลได้ผลเสียทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม น่าจะทำให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

5. ในกรณีที่ไม่สามารถนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องทิ้งน้ำทิ้งนั้นลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จะต้องควบคุมให้น้ำทิ้งมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารและที่ดินจัดสรร ในกรณีนี้ควรมีการศึกษาผลการดำเนินงานของระบบบำบัดว่ายังใช้งานได้ดีอยู่หรือไม่ ควรปรับปรุงส่วนไหน เพื่อให้ น้ำทิ้งได้มาตรฐานหรือมีคุณภาพดียิ่งขึ้นไปอีก เช่น ศึกษาผลการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่ติดตั้งอยู่ตามบ้าน ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของหมู่บ้านจัดสรร ระบบบำบัดน้ำเสียที่ติดตั้งตามอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด และศูนย์การค้า เป็นต้น เพื่อหาทางเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของระบบและเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการเลือกและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารหรือบ้านจัดสรรที่เกิดขึ้นใหม่ในอนาคต อนึ่งในการศึกษาการดำเนินงานของระบบที่ผ่านมาจะเห็นว่า การดำเนินงานของระบบยังไม่ดีเท่าที่ควร สาเหตุหนึ่งเกิดจากผู้ควบคุมระบบยังมีความรู้ความเข้าใจในการเดินระบบไม่เพียงพอ ซึ่งน่าจะแก้ไขได้โดยการจัดฝึกอบรมเป็นระยะ ๆ

การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากช่องว่างขององค์ความรู้และการนำองค์ความรู้มาใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ ทำให้สามารถสรุปทิศทางของการวิจัยและการนำผลไปสู่การปฏิบัติได้ดังนี้

1. ในการลดปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียจากชุมชน ควรมีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในลักษณะที่เห็นชัดเป็นรูปธรรมอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติมากขึ้น
2. ในการนำธาตุอาหารในน้ำเสียมานำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ควรจะต้องดำเนินการวิจัยต่อไปถึงผลกระทบต่อดินและน้ำใต้ดินในกรณีที่นำน้ำเสียมานำใช้ปลูกพืช ส่วนในกรณีที่นำน้ำมาเลี้ยงสัตว์หรือสาหร่ายเซลล์เดียว จะต้องพัฒนาวิธีการเลี้ยงให้ดียิ่งขึ้น
3. ในด้านเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน แม้จะมีผลงานวิจัยที่นำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายแล้ว แต่เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจะต้องมีการวิจัยและพัฒนาอยู่ตลอดเวลาทั้งที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม นอกจากนั้นควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่าง ๆ ในการบำบัดน้ำเสียสำหรับชุมชนขนาดต่าง ๆ เช่น หมู่บ้านจัดสรร เทศบาลและกรุงเทพมหานคร เป็นต้น โดยไม่ยึดติดอยู่กับความคิดที่ว่าระบบบำบัดน้ำเสียรวมเป็นทางออกที่ดีที่สุด

4. ในการนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้เห็นระบบการเดินท่อแยก ระหว่างน้ำประปาและน้ำที่บำบัดแล้วของอาคารต้นแบบชนิดต่างๆ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงผลดี ผลเสียทางด้าน เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

5. ในการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐาน ควรมีการประเมินผลการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ติดตั้งอยู่ตามบ้าน บ้านจัดสรร อาคารประเภทต่างๆ เพื่อหาทางปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด นอกจากนี้ ยังจะได้ข้อมูลเพื่อใช้ในการเลือกและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับบ้าน บ้านจัดสรร อาคารประเภทต่างๆ ในอนาคต นอกจากนี้ยังจะต้องทำการฝึกอบรมผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความรู้ความเข้าใจการทำงานของระบบ บำบัดให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัย/รายงาน ที่แนะนำให้อ่าน

กรมควบคุมมลพิษ .(2543).โครงการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานระบบการจัดการน้ำเสียของเทศบาล และสุขาภิบาล(รายงานหลัก).กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , กรุงเทพฯ.
ธงชัย พรหมสวัสดิ์ และคณะ.(2532).น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะของน้ำในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล.เสนอต่อ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.
อภิชาติ วงศ์แก้วและเกษมสันต์ สุวรรณรัตน์.(2541).ข้อเสนอโครงการบำบัดน้ำเสียชุมชนนอกเขตระบบศูนย์กลาง รายงานเสนอผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร.

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ .(2543).โครงการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานระบบการจัดการน้ำเสียของเทศบาล และสุขาภิบาล(รายงานหลัก).กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , กรุงเทพฯ.
กัลยา หารชัยบุญ.(2539).ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารโดยวิธีขั้วกลางอัตโนมัติ.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
กัลยา สุนทรวงศ์สกุล.(2537).อิทธิพลของโลหะหนักต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดินและความเสี่ยงต่อเชื้อราโมเนลลาเนื่อง จากการนำกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
เกรียงศักดิ์ คูหิรัญญรัตน์.(2535).การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตกตะกอนที่แบบถังกรองไร้ออกซิเจนสำหรับภัตตาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
ขวัญฤดี ลิ้มวงพิทักษ์.(2529).การกำจัดน้ำเสียของโรงพยาบาลโดยระบบพลาสติกมีเดียฟริกคลิ่งฟิลเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
คณะกรรมการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.(2543) โครงการการตรวจสอบระบบกำจัดของเสียในโรงพยาบาล (รายงานฉบับสมบูรณ์) เสนอต่อสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.

- จักรกฤษณ์ หอมจันทร์.(2541).การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้น้ำเสียจากชุมชนในมหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อการเกษตร.ทำเนียบงานวิจัย.มหาวิทยาลัยขอนแก่นปี 2541:29.
- จิตเทพ ประสิทธิ์อยู่ศิลป์.(2534).ประสิทธิภาพการกำจัดโคไลฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากถังกรองโดยใช้เครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางครึ่งถังจม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- ชลิตา เลี่ยมสงวน.(2540).การศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนในระบบไบโอรีแอกเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.
- ณิชานันท์ ทองนาค.(2540).การศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ในการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ในเขตพื้นที่เมืองพัทยาจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.
- เต็มดวง รัตนทัศนีย์และคณะ.(2533).ทัศนคติของประชาชนกรุงเทพมหานครในการใช้คลองเป็นที่บำบัดน้ำเสีย.สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.กรุงเทพฯ.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ.(2532).น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะของน้ำในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล.เสนอต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และพงษ์ระพีพงศ์ ชูพันธ์.(2535).การบำบัดน้ำเสียจากกักตุนด้วยระบบอาร์บีซี.สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,กรุงเทพฯ.
- รัชชาย แจ่มใจ.(2538).การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้ายของวัชพืชที่จมและลอย.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,ขอนแก่น.
- ธัญลักษณ์ แต่บรรพกุล.(2539).ประสิทธิภาพของติปลิน้ำ (*Potamogeton malaianus*) และสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- นพดล เบญจภัทรพงศ์ .(2540).การผลิตมวลชีวภาพของยีสต์จากน้ำทิ้งที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ.(2540).การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงแรมด้วยระบบเครื่องกรองชีวภาพแบบตัวกรองพอลิซาคคาอส-ตัวกรองเติมอากาศ.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.
- ศกาวดี นารอง.(2536).การกำจัดสารประกอบอินทรีย์และไนโตรเจนในระบบตะกอนเร่งแบบแอนนอคซิค-เอโรบิค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- ผดุง คำยอด .(2541).ผลของน้ำยาล้างภาชนะที่มีต่อประสิทธิภาพของถังดักไขมันในการบำบัดน้ำเสียจากร้านอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- พิศิษฐ์ วัฒนสมบูรณ์ และจุมพล ชุนอ่อน.(2543).ผลของน้ำยาล้างห้องน้ำต่อการบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยด้วยระบบถังกรอง-ถังกรองไร้อากาศสำเร็จรูป.วารสารสาธารณสุขศาสตร์.30(1):43-51.

- ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.(2543).โครงการตรวจสอบสภาพระบบ
กำจัดของเสียในโรงพยาบาลในพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1:โรงพยาบาลประสาท อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (รายงานฉบับ
สมบูรณ์) เสนอต่อสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.
- มันลิน ดันทุเลวสน.(2530).การกำจัดสารอินทรีย์ในโตรเจนพร้อมกับสารอินทรีย์คาร์บอนด้วยระบบแอคทิเวเต็ด
สลัดจ์.สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น.(2543).การตรวจสอบระบบบำบัดของเสียโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชธาตุพนม จังหวัด
นครพนม (รายงานฉบับสมบูรณ์) เสนอต่อสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.
- ขงยุทธ วงศ์ประภาวิวัฒน์.(2539).การใช้ถังคั้ดพันธ์แบบแอนน็อกซิกเพื่อป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัวของระบบเอเอส. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- รุจิรัช มั่นคาพันธ์.(2537).ประสิทธิภาพของที่ดื่มน้ำจืดปลุกกกจันทบูรน์ (*Cyperus corymbosus*) ในการบำบัดน้ำเสีย
ขั้นที่ 3 จากหอพักนักศึกษา.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม.
มหาวิทยาลัยมหิดล,กรุงเทพฯ
- วราวุธ วรรณวิไล สมทิพย์ ค่านธีรวิชย์ และอุดมผล พิซไพบูลย์.(2542).ลักษณะน้ำเสียและปริมาณน้ำเสียของกิจ
กรรมชักรีด เสนอในการประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 20-22
ตุลาคม 2540:286-288.
- วิชัย ชินบุรพา.(2539).การเปรียบเทียบสมรรถนะของถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางเป็นหิน เศษคอนกรีต และพลาสติก
สำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- ศานี ทิพย์ทะเบียนการ.(2533). สมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานคร.วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.
- สุธีวัฒน์ สุวรรณวัฒน์ (2533) ประสิทธิภาพระบบน้ำเสียของโรงพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยา
นิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,
กรุงเทพฯ.
- สร้อยดาว ขวดยง.(2534).การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ผักตบชวาเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งชุมชนที่ผ่านการ
บำบัดขั้นที่2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม .สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,กรุงเทพฯ.
- สุภวรรณ ฐิระวนิชย์กุล , ยุทธนา ฐิระวนิชย์กุล และประสิทธิ์ สงทวน. (2540). การศึกษากระบวนการผลิตก๊าซ
โอโซน และผลของโอโซนต่อการบำบัดน้ำเสียชุมชน เอกสารเสนอในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 20 – 22 ตุลาคม 2540 : 992-993.
- สุภารัตน์ ปัญญาเวชมนตรี.(2538).การศึกษาสมรรถนะการทำงานของปอดักไขมันจากโรงอาหารและการนำกากไขมัน
มาใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,กรุงเทพฯ.

- สุรศักดิ์ พรหมภัทรพงษ์.(2540). ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้อำนาจน้ำเสีย จังหวัดเพชรบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ วงศ์แก้วและเกษมสันต์ สุวรรณรัตน์.(2541).ข้อเสนอโครงการบำบัดน้ำเสียชุมชนนอกเขตระบบศูนย์กลาง รายงานเสนอผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร.
- อรรถัย ขวาลภาฤทธิ์ และเพ็ชรพร เขาวงกตเจริญ.(2534). การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากถังบำบัดน้ำส้วมแบบแอนแอโรบิก.ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.
- อรรพวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ.(2540).การจัดการกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชน เอกสารเสนอในการประชุมเสนอผลงานเฉลิมฉลอง 80 ปี แห่งการสถาปนาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 15-17 ตุลาคม 2540 : 971-976.
- Amornprasertsook A.(1991).Application of Anaerobic Filter to the Treatment of Low Strength Wastewater.M.Eng. Thesis. AIT, Bangkok.
- Anan C.(1997).Effect of Salinity on the Nitrogen and Phosphorus Removal of a 3-Stage Phoredox Activated Sludge Process. M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Bamrunghitta N.(1986).Fecal Coliform and Plant Nutrients Removal from Domestic Waste by Soil Column.M.Sc. Thesis in Environmental Science. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Bharkongsook K.(1991).Risks to Heavy Metal Accumulation by Chinese Kale (*Brassica oleracea* L.Var.Alboglabra Bailey) and Lettuce (*Lactuca sativa* Var.Crispa) Treated with Sewage Sludge and Rice Husk in Phatum Thani Agricultural Area. M. Sc. Thesis Environmental Science. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Crucha-em.C.(1988) Water Pollution Load from Hotels, Entertainment Places and Private Hospitals in Bangkok Metropolis.M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Chen C. (1988). Application of Microfiltration in Water and Wastewater Treatment. M.Eng Thesis. AIT, Bangkok.
- Dechwannasit P.(1992). Effect of Influent COD Concentration on Phosphorus Removal in the Anaerobic-Aerobic Activated Sludge Process.M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Gnanadipathy A.(1991).Effect of Inoculum Sources on UASB Reactors Treating a Low Strength Wastewater. M.Eng. Thesis.AIT.Bangkok.
- Homsri R.(1994).Behavior of Activated Sludge in Removal of BOD. Domestic Sewage. M.Eng.Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Lee T.L.(1973). A Continuous Flow Study of Potable Water Reclamation from Wastewater Oxidation Ponds. M. Eng. Thesis . AIT, Bangkok.
- Leelarnuparp P.(1992).K Value of Some Wastewaters in Thailand to be Treated by Aerated Lagoons.M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.

- Okui H. (1991). Advanced Primary Treatment of a Domestic Wastewater with Polymer Technology. M.Eng. Thesis. AIT, Bangkok.
- Phuprasert C. (1995). Effect of COD:Nitrogen Ratio on Nitrogen Removal from Domestic Low Strength Wastewater by Using Activated Sludge Process. M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Polprasert C., Pandey J.R. & Udomsinrot K. (1988). Reduction of Chlorine Demand in Anaerobic Filter Effluent by Air Stripping Process . AIT Research Report No. 213 Environmental Engineering Division, AIT, Bangkok.
- Pongsittisak U. (1996). Economy of Wastewater Reclamation for High-rise Buildings by Using Direct Filtration, or Adsorption or Membrane Filtration. M.Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Rachu S. (1997). Computer Program Development for Hydraulic Design and Analysis of Wastewater Treatment Plants. M. Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University , Bangkok.
- Rosales S.O. (1989). Application of Selected Aquatic Macrophytes for Primary Treatment of Domestic Wastewater. M.Eng. Thesis. AIT. Bangkok.
- Rummavas P. (1989). Changes in Characteristics of Soils at 50-centimeter Depth after Passing with Domestic Wastewater in Horizontal Direction. M.Sc. Thesis in Environmental Science. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Saonanon W. (1996). Risks Analysis of Salmonella after Applying Domestic Sewage Sludge for Agriculture Use. M. Sc. Thesis Environmental Science. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Sapkota D.P. (1987). Comparative Study of Aquatic Macrophytes for Wastewater Treatment. M.Eng. Thesis. AIT, Bangkok.
- Somwadi T. (1994). Wastewater Treatment by Biodrum Using Bamboo as Media. M.Eng. Thesis in Sanitary Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Surachaipitak S. (1993). Preliminary Cost Estimate of a Biological Wastewater Treatment Plant by a Computer Program. M Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.
- Suttaaroj R. (1997). A Study of Nitrogen Removal Using a Moving Bed Filter and a Fluidized Bed Reactor. M Eng. Thesis in Environmental Engineering. Chulalongkorn University, Bangkok.

การจัดการน้ำเสียจากเกษตร

การจัดการน้ำเสียจากการเกษตร (Agricultural Wastewater Management)

ผศ. อุษณีย์ อุยะเสถียร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำนำ

การศึกษารวมแดนความรู้ในด้านการจัดการน้ำเสียจากการเกษตร มีความมุ่งหมายที่จะสำรวจเอกสารต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียจากการเกษตร โดยได้แบ่งกลุ่มน้ำเสียจากการเกษตรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ น้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ และน้ำเสียจากการเพาะปลูก เพื่อให้ทราบถึงองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันและวิเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่ทิศทางการวิจัยในอนาคต

1. น้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1.1 บททวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย 15 รายการ มีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้ จากการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า มีการถ่ายเทน้ำเสียจากการเลี้ยงปลาในฟาร์มเลี้ยงโดยประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน มีค่าความสกปรกในรูปบีโอดีระหว่าง 2.2-7.8 มิลลิกรัม/ลิตร โดยมีปริมาณไนเตรท 0.02-0.08 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณฟอสเฟต 6.4-7.0 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) หรือมีการปลดปล่อยความสกปรกในรูปบีโอดี 220-780 กรัม/ไร่/วัน และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือไนเตรท 2-8 กรัม/ไร่/วันและฟอสเฟต 640-700 กรัม/ไร่/วัน ส่วนการเลี้ยงปลาในกระชังมีการถ่ายเทน้ำทุกๆ 2 เดือน ครั้งละประมาณ 1.0-1.2 เมตรหรือประมาณ 30-40 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน น้ำเสียมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดีประมาณ 11.2-16.5 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรท 0.08-0.16 มิลลิกรัม/ลิตรและฟอสเฟต 2.4-5.2 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) หรือมีการปลดปล่อยความสกปรกในรูปบีโอดี 336-660 กรัม/ไร่/วันและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือไนเตรท 2.4-6.4 กรัม/ไร่/วันและฟอสเฟต 72-208 กรัม/ไร่/วัน ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นมีการถ่ายเทน้ำทุก 1-2 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 160-320 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน น้ำเสียมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดีประมาณ 8.4-11.6 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรท 2.4-3.8 มิลลิกรัม/ลิตรและฟอสเฟต 24.4-28.7 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) หรือมีการปลดปล่อยความสกปรกในรูปบีโอดี 1.344-3.712 กิโลกรัม/ไร่/วันและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือไนเตรท 0.384-1.216 กิโลกรัม/ไร่/วันและฟอสเฟต 3.904-9.184 กิโลกรัม/ไร่/วัน น้ำเสียเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ให้น้ำในคู คลองเน่าเสีย ที่ผ่านมายังไม่มีองค์กรใดให้ความสนใจในการควบคุมคุณภาพน้ำที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากนัก

ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำนั้นพัฒนาทำให้เกิดผลกระทบต่อกันน้ำบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยออกจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งมีปริมาณมากถึงแม้ความเข้มข้นของบีโอดีไม่สูงก็ตาม ซึ่ง Tookwinas et al (1994, อ้างถึงใน Tookwinas and Neumhom, 1995) ได้ศึกษาปริมาณและความเข้มข้นของน้ำเสียจากบ่อเลี้ยง

กุ้งกุลาดำแบบพัฒนาบริเวณถ้ำคู่งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบว่า มีน้ำเสีย 10,784 ตัน/ไร่/วัน โอxygen ความเข้มข้นของบีโอดีเฉลี่ย $8.47 + 5.12$ มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งทำให้คำนวณออกมาได้ค่า บีโอดีโหลดคิด เฉลี่ย 91.34 กิโลกรัม/ไร่/วัน นอกจากนี้ยังมีสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำเสียอีกด้วย ซึ่งก่อให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชทั้งในบ่อเลี้ยงและแหล่งรองรับน้ำเสีย เช่น แหล่งน้ำชายฝั่ง จึงได้มีการพยายามศึกษาเพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียที่จะปล่อยออกสู่แหล่งน้ำไม่ว่าจะอยู่ในรูปบีโอดี ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดย Tunvilai (1991) ได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงไรน้ำเค็ม (*Artemia* sp.) ด้วยน้ำเสียจากนากุ้งนาน 37 วันโดยไม่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนและการเพิ่มอากาศ โดยใช้ถังทดลองคอนกรีตกลมบรรจุน้ำประมาณ 350 ลิตร ในการทดลองชุดแรกทำการทดลองนาน 14 วัน เพื่อทดสอบความสามารถของไรน้ำเค็มในการลดสารในน้ำเสียจากนากุ้ง โดยเปรียบเทียบระหว่างชุดทดลองที่เลี้ยงไรน้ำเค็มอัตรา 100 ตัว/ลิตรและชุดที่ไม่เลี้ยงไรน้ำเค็ม พบว่าไรน้ำเค็มสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่เปลี่ยนน้ำและมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นสูงสุดจากความยาวเฉลี่ย 2.36 มิลลิเมตรเป็น 6.06 มิลลิเมตรในวันที่ 6 และค่าบีโอดีลดลงจาก 8.34 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือ 3.40 มิลลิกรัม/ลิตร จึงใช้เวลา 6 วันเป็นตัวกำหนดในการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่ละครั้งเพื่อเพิ่มอาหารให้ไรน้ำเค็มในการทดลองต่อไป ซึ่งพบว่า ไรน้ำเค็มเติบโตจาก 1.88 มิลลิเมตรจนมีความยาว 5.34 มิลลิเมตร ในระยะเวลาการเลี้ยง 23 วัน ไรน้ำเค็มมีไข่และให้มวลชีวภาพสูงสุดในวันที่ 20 ของการเลี้ยง เกิดโรคจาก filamentous bacteria ในวันที่ 23 จึงทำให้เลี้ยงได้ 23 วันและเก็บผลผลิตเฉลี่ยได้ 19.72 กรัม/ถัง อัตราการบำบัดน้ำเสียสูงสุดอยู่ในช่วง 15-23 วันของการเลี้ยงโดยมีอัตราการบำบัดบีโอดี คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ซีที่ 0.11 มิลลิกรัมบีโอดี/ตัว/วัน, 4.83 ไมโครกรัม/ตัว/วัน, 0.53 ไมโครกรัม/ตัว/วัน และ 1.55 ไมโครกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่ไม่สามารถบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ เนื่องจากการตายของไรน้ำเค็มเอง

ต่อมาคณิต และศุภิต (2535) ได้ทดลองใช้หอยแมลงภู่ (*Mytilus* sp.) และสาหร่ายพมวง (Gracilaria fisheri) เพื่อบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา โดยทำการทดลอง 4 ชุด คือชุดควบคุมใช้น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 200 ลิตร ชุดสาหร่ายพมวง (340 ± 2 กรัม/น้ำเสีย 200 ลิตร) ชุดหอยแมลงภู่ (400 ± 1.5 กรัม/น้ำเสีย 200 ลิตร) และชุดสาหร่ายพมวงกับหอยแมลงภู่ (สาหร่ายพมวง 340 ± 2 + หอยแมลงภู่ 400 ± 1.5 กรัม/น้ำเสีย 200 ลิตร) ผลการทดลองพบว่า ค่าการเปลี่ยนแปลงของบีโอดี ซีโอดี และคลอโรฟิลล์เอของชุดสาหร่ายพมวง ชุดหอยแมลงภู่และชุดสาหร่ายพมวงกับหอยแมลงภู่ลดลงระหว่างร้อยละ 37.47-76.81, 55.77-77.70 และ 78.81-87.76 ในชั่วโมงที่ 24 ตามลำดับ แต่ในชั่วโมงที่ 48 ค่าบีโอดี ซีโอดี และคลอโรฟิลล์เอ ของชุดสาหร่ายพมวง ชุดหอยแมลงภู่และชุดสาหร่ายพมวงกับหอยแมลงภู่ ลดลงร้อยละ 73.97-100, 20-59.22 และ 79.18-99.36 ตามลำดับ ส่วนค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของชุดสาหร่ายพมวงลดลงร้อยละ 66.66 แต่ชุดหอยแมลงภู่และชุดสาหร่ายพมวงกับหอยแมลงภู่ค่าเพิ่มขึ้นมากระหว่างร้อยละ 650-683.33 ทั้งนี้เนื่องจากหอยแมลงภู่ขับถ่ายของเสียออกมา

เกรียงไกร (2537) ได้ทำการวิจัยโดยใช้สาหร่ายพมวง (*Gracilaria fisheri*) ช่วยลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสเฟตในน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.75 เมตร มีระดับน้ำเสียลึก 30 เซนติเมตรเลี้ยงสาหร่ายด้วยความหนาแน่น 0 (ชุดควบคุม) 0.25, 0.5 และ 1 กิโลกรัม/ตารางเมตร เปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ ทำการทดลองนาน 8 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการลดความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสเฟต ของสาหร่ายมีค่าสูงสุดเมื่อใช้สาหร่ายที่มีความหนาแน่น 1.00 กิโลกรัม/ตารางเมตรและการลดปริมาณความเข้มข้นลดลงตามความหนาแน่นของสาหร่ายที่ลดลง จากนั้นจึงทำการทดลองหาวิธีที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ โดยนำสาหร่ายไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและในบ่อรับน้ำเสียโดยใช้สาหร่าย 8 กิโลกรัม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อรับน้ำเสียจากการ

เลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้วิธีสอดเส้นเชือกให้ผลดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 8 กิโลกรัมเป็น 93.28 กิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำไม่ว่าจะใช้วิธีสอดเส้นเชือกหรือเลี้ยงในกระชังภายหลังสัปดาห์ที่ 4 น้ำหนักจะลดลง ดังนั้นจึงสมควรเลี้ยงสาหร่ายผสมในบ่อรับน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้วิธีสอดเส้นเชือกเพื่อลดปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้ง

อุปถัมภ์ (2540) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบยั่งยืนโดยการบำบัดน้ำทิ้งด้วยวิธีชีวภาพ โดยระบบการทดลองประกอบด้วย บ่อพักน้ำทะเลขนาด 2 ไร่ ซึ่งมีการบำบัดเบื้องต้นโดยใช้สาหร่ายทะเลและปลาชนิดต่างๆ เช่น ปลาหางนกยูง ปลากะบอกและปลากะพงขาว เป็นตัวกำจัดพิษและสัตว์น้ำขนาดเล็กที่มีอยู่ในน้ำ บ่อเลี้ยงขนาด 0.5 ไร่ 2 บ่อ และบ่อบำบัดขนาด 0.25 ไร่ 3 บ่อ ปล่องลูกกุ้งขนาด p15-p21 ในอัตราส่วน 50 ตัวต่อตารางเมตรในบ่อเลี้ยง ใส่หอยแมลงภู (Perna viridis) 150 กิโลกรัมในบ่อบำบัดที่ 1 สาหร่ายทะเล (*Gracilaria fisheri*) 200 กิโลกรัมในบ่อบำบัดที่ 2 และปล่อยให้บ่อบำบัดที่ 3 เป็นบ่อเลี้ยง ทำการเลี้ยงกุ้งโดยให้อาหารเม็ดเป็นเวลา 79-90 วัน ขณะเลี้ยงกุ้งจะปล่อยน้ำจากบ่อเลี้ยงเข้าสู่บ่อบำบัดตามความจำเป็น น้ำในบ่อบำบัดจะค่อยๆ สันจากบ่อที่ 1 ไปยังบ่อที่ 2 และ 3 โดยท่อน้ำสันตามลำดับ ผลการทดลองได้ผลผลิตกุ้ง 416.6-513.4 กิโลกรัม/ไร่/3 เดือน อัตราการแลกเปลี่ยนเนื้ออยู่ระหว่าง 1.2-1.9 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินก้นบ่อเลี้ยงมีค่าระหว่าง 214.5-261.5 มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/กิโลกรัม ในขณะที่ดินก้นบ่อพักน้ำมีค่า 149 มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/กิโลกรัม และดินก้นบ่อบำบัดมีค่าระหว่าง 203.18-223.18 มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/กิโลกรัม สำหรับคุณสมบัติของน้ำพบว่า หอยแมลงภูและสาหร่ายทะเลมีประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีคลอโรฟิลล์เอ แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรทรีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และความขุ่นได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากหอยแมลงภูสามารถกำจัดแพลงก์ตอนพืชและสารเน่าเปื่อยต่างๆ ซึ่งทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงและน้ำใสขึ้นแต่มีผลในการเพิ่มแอมโมเนียไนโตรเจน ส่วนสาหร่ายผสมมีส่วนในการลดสารไนโตรเจนได้อย่างมากเพราะสาหร่ายใช้ในโตรเจนในการเจริญเติบโต

ศิริ ขวัญฤทัย และชนินทร์ (2542) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยวิธีชีวภาพ โดยนำจากบ่อเลี้ยงกุ้งถูกส่งเข้าสู่ถังเก็บน้ำที่กรองตะกอน(ถังที่ 1) ด้วยผ้ากรองแพลงก์ตอนขนาด 30 ไมครอน แล้วผ่านสู่ถังบำบัดด้วยวิธีการเติมอากาศ(ถังที่ 2 และ 3) โดยมี ระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง 40 นาที หรือ 3 ชั่วโมง 20 นาทีในแต่ละถัง ค่อยจากนั้นน้ำจะเข้าสู่ถังย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน(ถังที่ 4 และ 5) ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง หรือ 8 ชั่วโมงต่อถัง ผลการทดลองพบว่าสามารถลดบีโอดี ไนโตรเจนรวมแอมโมเนียไนโตรเจน สารอินทรีย์ (TOC) คลอโรฟิลล์เอ ตะกอน และแบคทีเรียรวมได้ร้อยละ 76.3, 35.7, 84.8, 24.8, 74.5, 82.3 และ 45.0 ตามลำดับ กล่าวคือ ค่าบีโอดีลดลงจาก 7.05 เป็น 1.67 มิลลิกรัม/ลิตร ไนโตรเจนรวมลดลงจาก 4.212 เป็น 2.733 มิลลิกรัม/ลิตร คลอโรฟิลล์เอลดลงจาก 58.40 เป็น 14.96 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกอนลดลงจาก 68.48 เป็น 11.84 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณแบคทีเรียลดลงจาก 2.0×10^4 เป็น 1.1×10^4 CFU/ml แต่คุณภาพน้ำบางอย่างเช่นปริมาณฟอสฟอรัสรวม ฟอสเฟต ไนเตรท ไนไตรท์ และซิลิกาตกกลับเพิ่มมากขึ้นแต่ปริมาณยังไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามประกาศของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมในปี 2537 ผลการทดลองนี้สามารถนำไปเป็นต้นแบบ จัดสร้างระบบบำบัดสำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำบนคันบ่อกุ้งเฉพาะหนึ่งบ่อได้ ซึ่งจะเหมาะสมและสะดวกต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรรายย่อย

Sansanayuth et.al (1996) ได้ทำการทดลองบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งโดยใช้ constructed wetland ซึ่งประกอบด้วย กระบะขนาดความยาว 13.00 เมตร x กว้าง 1.20 เมตร x สูง 0.20 เมตร 2 ชุด ทั้ง 2 ชุดบรรจุกรวดขนาด 1-2.5 เซนติเมตรมีความพรุนร้อยละ 40 ชุดที่ 1 ปลูก *Acrostichum aureum* (mangrove fern) 9 ต้นในพื้นที่ 1.2x1.2 ตารางเมตรเป็นเวลา 60 วัน จากนั้นสูบน้ำเสียจากนากุ้งทุกๆ เข้าลงสู่ชุดทดลองทั้งสอง ด้วยปริมาณ 0.4

ลูกบาศก์เมตร ใน 9 วันแรก และสูบเพิ่มขึ้นเป็น 0.6 ลูกบาศก์เมตรใน 9 วันต่อมาและสูบเพิ่มขึ้นเป็น 1.2 ลูกบาศก์เมตรใน 12 วันสุดท้าย ปริมาณน้ำในแต่ละกระบอกจะมีได้ 1.2 ลูกบาศก์เมตร ฉะนั้นระยะเวลาเก็บกักน้ำของการทดลองคือ 3 วัน, 2 วัน และ 1 วันตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าทั้ง 2 ชุดทดลองสามารถลดตะกอนแขวนลอย บีโอดี ทีโอซี ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ถึงร้อยละ 84, 91, 46, 48 และ 31 ตามลำดับ ชุดทดลองที่มีพืชให้ผลในการลดทีโอซี ในโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ดีกว่าชุดที่มีเฉพาะกรวดอย่างเดียวอย่างชัดเจน

1.2 การวิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

ในการจัดการน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะต้องให้ความสำคัญตั้งแต่

1. การลดปริมาณน้ำเสียหรือความสกปรกของน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยการพัฒนาสูตรอาหารที่ทำให้น้ำเสียมีความสกปรกน้อยลง หรือพัฒนาและควบคุมวิธีการให้อาหารให้มีเศษอาหารเหลือน้อยที่สุด ในการลดปริมาณหรือความสกปรกของน้ำเสียโดยการพัฒนาสูตรอาหารนั้นสามารถทำได้โดย (Kolsater, 1995)

❖ ถ้าต้องการลดไนโตรเจนในน้ำเสีย

1) จะต้องหาค่าที่เหมาะสมของอัตราส่วนระหว่างพลังงานจากโปรตีนต่อพลังงานทั้งหมดของอาหารสำหรับสัตว์น้ำแต่ละ species

2) เพิ่มการย่อยของโปรตีนให้มากขึ้นในอาหาร

❖ ถ้าต้องการลดบีโอดีควรจะ

1) เพิ่มการย่อยของธาตุอาหารในอาหารสัตว์

2) ลดปริมาณมูลสัตว์ที่ถ่ายออกมาเช่น ไฟเบอร์และคาร์โบไฮเดรต

❖ ถ้าต้องการลดฟอสฟอรัสในน้ำเสีย ควรจะ

1) เพิ่มการย่อยฟอสฟอรัส เช่น treat อาหารด้วย phytase

2) ลดระดับของฟอสฟอรัสที่ย่อยยากโดยเลือกวัตถุดิบหรือนำวัตถุดิบมา treat

งานวิจัยส่วนนี้และงานวิจัยเพื่อพัฒนาและควบคุมวิธีการให้อาหารให้มีเศษอาหารเหลือน้อยที่สุดในน้ำเสีย กรมประมงควรดำเนินการอย่างใกล้ชิดกับเอกชนผู้ผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงสัตว์น้ำและควรประชาสัมพันธ์ผลการศึกษาให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเข้าใจและยอมรับที่จะปฏิบัติอย่างจริงจัง

2. นำธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในน้ำเสียมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น นำมาเลี้ยงสาหร่ายหมนาง ในกรณีน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ แต่กรณีของบ่อเลี้ยงปลาและกุ้งน้ำจืดอาจนำน้ำเสียมาใช้ทดแทนปุ๋ยน้ำในการปลูกพืช ขณะนี้งานวิจัยด้านนี้จะต้องดำเนินการต่อไปให้จริงจังยิ่งขึ้นจนสามารถได้ผลชัดเจนและเป็นต้นแบบให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงได้

3. ในกรณีที่ไม่สามารถนำธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในน้ำเสียมาใช้ประโยชน์ได้ จึงจำเป็นต้องบำบัดน้ำเสียและนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ ในกรณีนี้กรมประมงได้ทำการวิจัยมาพอสมควรแล้วแต่ก็ยังคงทำการทดลองเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบให้กับเกษตรกรเจ้าของฟาร์ม เช่น การวางแผนพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยจะต้องหาสัดส่วนของบ่อพักน้ำ บ่อเลี้ยงและบ่อบำบัดที่เหมาะสม และจะต้องหาปริมาณสัดส่วนของสาหร่ายหมนาง และหอยเมลงุ้งที่ใช้ในการบำบัด เพื่อให้ น้ำที่ผ่านการบำบัดสามารถส่งกลับไปยังบ่อพักน้ำได้ และในบ่อพักน้ำจะต้องหาชนิดและปริมาณของพืชและสัตว์ที่เหมาะสมในการช่วยเตรียมน้ำให้ดีขึ้น ก่อนเข้าสู่บ่อเลี้ยง นอกจากพัฒนาวิธีการเลี้ยงแบบยั่งยืนดังกล่าวแล้ว Chin และ Ong (1997) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการบำบัดเพื่อให้

สามารถนำน้ำที่บำบัดแล้วมาใช้เลี้ยงกุ้งอีกได้ โดยระบบประกอบด้วยถังตกตะกอน biofilter ถังตกตะกอนถังที่ 2 และมีการ polishing ด้วย biofilter สามารถเลี้ยงกุ้งทั้งรุ่น (120 วัน) โดยนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องโรคระบาด ดังนั้นกรมประมงอาจพัฒนาวิธีการเลี้ยงแบบยั่งยืนโดยวิธีอื่นๆ อีกก็ได้

4. ถ้าไม่สามารถนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องทิ้งน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำสาธารณะโดยจะต้องควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งซึ่งขณะนี้ยังไม่มีการศึกษาเพื่อกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง ในกรณีของการบำบัดน้ำแล้วไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ในฟาร์มได้อีกเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ กรมประมงได้พัฒนาวิธีการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งกุลาค่าได้คิดพอสมควรจนสามารถเป็นต้นแบบให้กับฟาร์มขนาดเล็กได้แล้ว แม้ระบบที่พัฒนาขึ้นมาจะไม่สามารถลดฟอสฟอรัสได้ก็ตาม แต่ก็ได้มีงานวิจัยที่สามารถลดฟอสฟอรัสลงได้ (แม้ว่าฟอสฟอรัสจะไม่เป็นพิษกับกุ้งที่เลี้ยงแต่จะมีผลทำให้เกิด eutrophication) โดยใช้ upflow biofilter 2 ถังที่ต่อกัน operate เป็น cycle ด้วยการทำให้เป็น unaerated biofilter แล้วตามด้วย aerated biofilter (Abeyasinghe, Shableh & Rigden, 1996) ดังนั้นกรมประมงควรจะต้องพัฒนาวิธีการบำบัดต่อไปเพื่อหาทางเลือกอื่นๆ ในการบำบัดให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง พร้อมกันนั้นกรมควบคุมมลพิษและกรมประมงควรร่วมกันทำการศึกษาเพื่อกำหนดคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วย

อนึ่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังในลำน้ำ กรมควบคุมมลพิษและกรมประมงควรร่วมกันทำการศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการกำหนดปริมาณการเลี้ยงและสถานที่เลี้ยงเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำในลำน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่มีปัญหา

1.3 การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากช่องว่างขององค์ความรู้และการนำองค์ความรู้มาใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ ทำให้สามารถสรุปทิศทางของการวิจัยและการนำผลไปสู่การปฏิบัติได้ดังนี้

1. พัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อลดความสกปรกของน้ำเสีย
2. พัฒนาและควบคุมวิธีการให้อาหารให้มีเศษเหลือน้อยที่สุด
3. ส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อนำธาตุอาหารในน้ำเสียมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เช่น การเลี้ยงสาหร่ายผสมในน้ำเสียจากนากุ้ง หรือการนำน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมาใช้แทนปุ๋ยในการปลูกพืช
4. ส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อให้มีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงกุ้งกุลาค่าแบบยั่งยืนจนได้ต้นแบบให้กับเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง
5. ส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกมากขึ้น
6. ส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยง
7. ส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อให้ได้แนวทางในการกำหนดปริมาณการเลี้ยงและสถานที่เลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังในลำน้ำ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำในลำน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่มีปัญหา

2. น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์

2.1 ทบทวนวรรณกรรม

จากการค้นคว้าพบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ของประเทศไทย 15 รายการเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับของเสียจากฟาร์มโค 1 รายการและเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับของเสียจากฟาร์มสุกร 14 รายการ ในที่นี้จะเน้นเฉพาะน้ำเสียจากฟาร์มสุกรเนื่องจากก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียมาก (กรมควบคุมมลพิษได้ประเมินค่าความสกปรกที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2542 ประมาณวันละ 122,600 กิโลกรัมบีโอดี) ซึ่งมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยเมื่อปี 2536 พบว่ากิจการปศุสัตว์คือการเลี้ยงสุกร เป็ด ไก่และโค-กระบือเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญโดยเฉพาะการเลี้ยงสุกรมีน้ำเสียเฉลี่ย 20-40 ลิตรต่อตัวต่อวัน โดยล้างคอกวันละครั้งๆ ละ 1-2 ชั่วโมง น้ำทิ้งมีความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) โปรท และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปริมาณ บีโอดี มีค่า 3,000 มิลลิกรัม/ลิตรหรือเทียบเท่า 100-130 กรัม/ตัว/วัน หรือสุกร 1 ตัวจะผลิตน้ำเสียที่มีความสกปรกเทียบเท่าประชากร 2-3 คน (40-50 กรัม/คน/วัน) มีปริมาณโปรท 0.0023 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.033 มิลลิกรัม/คน/วัน) เมื่อระบายน้ำเสียออกภายนอกจะมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลองได้ กรมควบคุมมลพิษ(2538) ได้เสนอทางเลือกในการจัดการปัญหาน้ำเสีย 3 แนวทางได้แก่การบำบัดน้ำเสียของแต่ละฟาร์มเอง การรวมกลุ่มฟาร์มสุกรแล้วมีการบำบัดน้ำเสียรวม และการจัดรูปที่ดินฟาร์มสุกร

ในแนวความคิดบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรแต่ละฟาร์ม คิวเฮง โถว (2537) ได้ทดลองบำบัดน้ำเสียจากสุกรด้วยระบบพืชน้ำสามชั้นตอน โดยอาศัยหลักการตกตะกอนและการย่อยสลายโดยใช้แบคทีเรีย ระบบนี้มีความยาว 7.5 เมตร กว้าง 0.7 เมตร และลึก 0.75 เมตร แต่ละส่วนมีความยาว 2.5 เมตร ความสูงของระดับน้ำ 0.6 เมตร ในส่วนแรกของระบบจะบรรจุผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ส่วนที่สองและสามจะเลี้ยงสาหร่ายและผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*)ตามลำดับ ในการทดลองได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดที่การะบรทุกสารอินทรีย์ และระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ กัน การทดลองครั้งแรกกระทำที่การะบรทุกสารอินทรีย์ 144 กิโลกรัมชีโอดี/เฮกตาร์.วัน ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 15 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดี 76% ของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมด 74% ฟอสฟอรัสทั้งหมด 26% แอมโมเนีย 75% ไนโตรเจนที่เป็นสารอินทรีย์ 63% ไนโตรเจนทั้งหมด 71% แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม 95% การทดลองครั้งที่ 2 กระทำที่การะบรทุกสารอินทรีย์ 395 กิโลกรัมชีโอดี/เฮกตาร์.วัน ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 15 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดี 93% บีโอดี 95% ของแฉ่งแฉวนลอยทั้งหมด 95% ฟอสฟอรัสทั้งหมด 61% แอมโมเนีย 93% ไนโตรเจนที่เป็นสารอินทรีย์ 80% ไนโตรเจนทั้งหมด 97% แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม 99.80% การทดลองครั้งที่ 3 กระทำที่การะบรทุกสารอินทรีย์ 450 กิโลกรัมชีโอดี/เฮกตาร์.วัน ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 8 วัน ซึ่งสามารถบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด 71% แต่พารามิเตอร์อื่นๆ ประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่าใกล้เคียงหรือต่ำกว่าการทดลองครั้งที่ 2 ผลผลิตของผักตบชวาวัดได้ 8.5 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน ขณะที่ผักบุ้งมีค่า 1.8 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบนี้ดีพอสมควรแต่ระหว่างการใช้งานจะต้องคำนึงถึงการจัดการระบบและการควบคุมแมลงวันด้วย

หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ได้ดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ส่วนที่ 1 : ฟาร์มทดลองขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยดำเนินโครงการระยะที่ 1 (ปี พ.ศ. 2538-2540) เป็นระยะเวลา 2 ปีได้พัฒนาและออกแบบระบบก๊าซชีวภาพ และได้ติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพให้แก่เจ้าของฟาร์มสุกรขนาดกลางและใหญ่ไปแล้ว 6 ราย รวมปริมาตร 10,000 ลูกบาศก์เมตร ระบบประกอบด้วย

ระบบรางและท่อส่งน้ำเสีย ระบบก๊าซชีวภาพ (ประกอบด้วยบ่อรวมน้ำเสีย, บ่อหมักก๊าซแบบราง-ระยะเวลาพักเก็บน้ำโดยเฉลี่ย 7 วัน, บ่อหมักเร็วแบบยูเอสบี (UASB) - ระยะเวลาบำบัด 25 ชั่วโมง และตามกรองของแข็ง-ระยะเวลาพักตัวของตะกอนเพื่อให้แห้ง 4 วัน) และระบบบำบัดขั้นหลัง (ประกอบด้วย สระปรับเสถียรภาพ-ระยะพักตัวเพื่อการบำบัด 14 วัน บึงประดิษฐ์-ระยะเวลาการบำบัด 5 - 6 วัน และสระพักเก็บน้ำ) ระบบนี้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งมีมีเทน 60-65% เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและสามารถบำบัดน้ำเสีย โดยระบบก๊าซชีวภาพสามารถลดค่าซีโอดีและบีโอดี ลงได้ 95% (น้ำเสียรวมมูลสุกรเริ่มต้นมีซีโอดีประมาณ 18,000 - 37,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีบีโอดีประมาณ 9,000-18,000 มิลลิกรัม/ลิตร : วีระพันธ์, นิรันดร์ และ Logsdon, 2542) ระบบบำบัดขั้นหลังลดซีโอดีและบีโอดี ได้ 85% และสามารถลดมลภาวะเรื่องกลิ่น แมลงวันและลดการแพร่กระจายของมีเทน นอกจากนี้ยังได้ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โครงการระยะที่ 2 (ปี พ.ศ. 2540-2545) มีเป้าหมายจะก่อสร้างและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพทั้งหมด 40,000 ลูกบาศก์เมตรในระยะเวลา 4 ปี 6 เดือน ภาครัฐจะสนับสนุนเกษตรกรเจ้าของฟาร์มที่จะสร้างระบบในอัตรา 33% ของมูลค่าการลงทุนก่อสร้างและติดตั้งระบบ(หน่วยบริการก๊าซชีวภาพสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540 และกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2543)

ในขณะเดียวกันกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้สนับสนุนด้านการเงินให้แก่โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมซึ่งดำเนินการ โดยกรมส่งเสริมการเกษตรร่วมกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ มูลสัตว์ มาผลิตก๊าซชีวภาพให้เป็นพลังงานทดแทนจากพลังงานจากก๊าซเชื้อเพลิง
- 2) ควบคุมมลพิษจากของเสียที่ปล่อยจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาทำลายสิ่งแวดล้อมในชุมชนใกล้เคียง
- 3) เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรนำกากที่ได้จากการหมักของบ่อก๊าซชีวภาพมาเป็นปุ๋ยบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช
- 4) เพื่อเพิ่มโอกาสการจ้างงานให้แก่ช่างฝีมือท้องถิ่นในการก่อสร้างก๊าซชีวภาพ

ระบบก๊าซชีวภาพเป็นแบบโดมคงที่ (Fixed Dome) บ่อหมักมีขนาดระหว่าง 12-100 ลูกบาศก์เมตร เพื่อผลิตและนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้เป็นพลังงานทดแทนการใช้ก๊าซ LPG ในการหุงต้ม และการให้แสงสว่างในครัวเรือน รวมถึงการกักกักหมู มีขนาดมาตรฐานของระบบที่ใช้ในการส่งเสริม 5 ขนาด คือ 12, 16, 30, 50 และ 100 ลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วย บ่อเดิมมูลสัตว์ (ผสมกับน้ำก่อนเติมลงบ่อหมัก) บ่อหมัก (ทำให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซอื่นๆ ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นจะผลักดันให้มูลสัตว์และน้ำที่อยู่ด้านล่างของบ่อหมักไหลไปอยู่ในบ่อล้น) และบ่อล้น (เป็นพื้นที่สำหรับรับมูลสัตว์และน้ำที่ถูกก๊าซผลักดันจากบ่อหมัก) โดยการทำงานจะเป็นระบบไดนามิก คือเมื่อก๊าซเกิดขึ้นภายในบ่อหมัก ก๊าซจะมีแรงผลักดันมูลสัตว์และน้ำที่อยู่ด้านล่างของบ่อหมักให้ทะลักขึ้นไปเก็บไว้ในบ่อล้น เมื่อมีการเปิดก๊าซไปใช้ น้ำในบ่อล้นจะไหลย้อนกลับเข้าไปในบ่อหมักเพื่อผลักดันก๊าซให้มีความดันเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้งานได้ การดำเนินการในระยะที่ 1 ก่อสร้างระบบเสร็จเรียบร้อยแล้วเมื่อกลางปี พ.ศ. 2541 รวม 280 บ่อ ปริมาตรบ่อรวม 6,028 ลูกบาศก์เมตร ปริมาตรก๊าซ 9.20 ล้านลูกบาศก์เมตร ทดแทนก๊าซ LPG ได้ 3.95 ล้านกิโลกรัม กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้อนุมัติโครงการระยะที่ 2 ระยะเวลา 4 ปี ในปริมาณรวมไม่ต่ำกว่า 22,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะรองรับน้ำเสียจากสุกร 102,000 ตัว โดยเกษตรกรจะลงทุนเอง 55% และกองทุนให้การสนับสนุน 45% ของราคาระบบ (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป และกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2543)

กรมควบคุมมลพิษโดยบริษัทซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์จำกัด (2542ก) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการป้องกันและควบคุมมลพิษจากการผลิตสุกรและได้สำรวจปริมาณและความเข้มข้นในรูป บีโอดี, ซีโอดี, ทีเคเอสเอส, ทีเคเอ็น, ทีพี ของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบอัตราการเกิดน้ำเสียและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร 3 ขนาด

ขนาดฟาร์มสุกร	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน)	ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย (มก./ล)				
		BOD	COD	TSS	TKN	TP
ขนาดใหญ่	10	3000	7000	4800	540	8.0
ขนาดกลาง	15	2500	6800	3000	540	9.5
ขนาดเล็ก	20	1500	4000	2000	400	17.0

ที่มา : จากการสำรวจภาคสนามโดย บ. ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์จำกัด

นอกจากนี้ยังได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่มีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ 59.9 นปส. (น้ำหนักปศุสัตว์, 1 นปส. = 500 กิโลกรัม) ซึ่งแบบฟาร์มที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มนี้โดยมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 10 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีค่า บีโอดี ของน้ำเสียหลักจากแยกมูลสุกรแล้วเท่ากับ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่ยังไม่แยกมูลสุกรมีค่า 6,000 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบบำบัดน้ำเสียที่เสนอมี 4 ชนิด ดังนี้

1. ระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะติดตามด้วยถังกรองไร้อากาศและบ่อขุ่น ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 100 ตารางเมตร หรือ 0.06 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด 7.84 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน)
2. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อขุ่น ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,000 ตารางเมตร หรือ 0.62 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด 8.05 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน)
3. ระบบบำบัดแบบถังหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อขุ่น ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 500 ตารางเมตร หรือ 0.31 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด 6.68 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน)
4. ระบบบำบัดแบบไบโอแก๊สชนิดคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อขุ่น ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 800 ตารางเมตร หรือ 0.50 ไร่ เสียค่าใช้จ่าย 11.26 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่เมื่อคิดถึงอัตราผลตอบแทนการลงทุนฟาร์มสุกรที่จะลดลงพบว่าระบบนี้กระทบผลตอบแทนการลงทุนฟาร์มสุกรน้อยกว่าการมีระบบบำบัดชนิดอื่น เนื่องจากระบบนี้มีผลพลอยได้เป็นก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในปริมาณมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการหุงต้มหรือก่อกองกุ่มได้

สำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลางที่มีน้ำหนักสุกรรวมกัน 240 นปส. ซึ่งเป็นฟาร์มที่ครอบคลุมร้อยละ 70 ของฟาร์มทั้งหมดในกลุ่มนี้ โดยมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 30 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีค่า บีโอดี ของน้ำเสียหลักจากแยกมูลสุกรออกแล้วประมาณ 2,500 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการแยกมูลสุกรออกมีค่า 6,000 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบบำบัดน้ำเสียที่เสนอมี 6 ชนิดดังนี้

1. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อขุ่น ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 2,200 ตารางเมตร หรือ 1.38 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 5.71 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 11.17 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีก 50 ตารางเมตร

2. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยสระเติมอากาศและบ่อขัดแต่ง ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 850 ตารางเมตรหรือ 0.53 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 10.78 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 16.24 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีก 50 ตารางเมตร
3. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยถังเติมอากาศแบบแบทช์ ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 700 ตารางเมตรหรือ 0.44 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 10.99 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 16.44 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีก 50 ตารางเมตร
4. ระบบไบโอแก๊สชนิดถังหมักคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่ม ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,700 ตารางเมตรหรือ 1.06 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 4.79 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 10.24 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีก 50 ตารางเมตร
5. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยถังเติมอากาศชนิดคลองวนเวียน ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 960 ตารางเมตรหรือ 0.6 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 12.35 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกร จะเสียค่าใช้จ่ายรวม 17.81 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีก 50 ตารางเมตร
6. ระบบไบโอแก๊สชนิดถังหมักคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่มเพื่อบำบัดทั้งน้ำเสียและมูลสุกรรวมอยู่ด้วยกัน โดยน้ำเสียมีค่า บีโอดี 6,000 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,800 ตารางเมตรหรือ 1.12 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 6.87 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน)

ระบบไบโอแก๊สชนิดถังหมักคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่มที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุดคือ 4.79 บาท/ตัว แต่ถ้าใช้บำบัดทั้งน้ำเสียและมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่าย 6.87 บาทต่อตัว ถ้าหากมีการนำก๊าซไปใช้ประโยชน์เพียงร้อยละ 30 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมดของแต่ละทางเลือกแล้ว ทางเลือกที่ใช้ระบบไบโอแก๊สชนิดถังหมักคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่มที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจะให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่า แต่ถ้ามีการนำก๊าซไปใช้ประโยชน์เป็นร้อยละ 70 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมดแล้วระบบไบโอแก๊สชนิดคาร์มาเทคติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่มซึ่งรับทั้งน้ำเสียและมูลสุกรจะให้ผลตอบแทนการลงทุนที่สูงกว่า

สำหรับฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักสุกรรวมกัน 1200 นปส. ซึ่งครอบคลุมฟาร์มสุกรร้อยละ 67 ของจำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมดในกลุ่มนี้ มีน้ำเสียเฉลี่ย 100 ลูกบาศก์เมตร/วันมีค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่แยกมูลสุกรออกแล้วประมาณ 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร กรณีที่ยังไม่ได้แยกมูลสุกรออกมีค่า บีโอดี ประมาณ 9,000 มิลลิกรัม/ลิตร ได้เสนอระบบบำบัดน้ำเสีย 5 ชนิดดังนี้

1. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่ม ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 6,300 ตารางเมตรหรือ 3.94 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 4.80 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 7.77 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีกประมาณ 100 ตารางเมตร
2. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยสระเติมอากาศและบ่อขัดแต่ง ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,600 ตารางเมตรหรือ 1 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 6.76 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยก

ออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 9.72 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีกประมาณ 100 ตารางเมตร

3. ระบบบำบัดแบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อเติมอากาศแบบแบทช์ ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,200 ตารางเมตรหรือ 0.75 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 10.23 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีการนำมูลสุกรที่แยกออกไปเข้าสู่ถังหมักมูลสุกรจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 13.19 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีกประมาณ 100 ตารางเมตร
4. ระบบบำบัดไบโอแก๊สดังหมักยูเอสบีติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่ม ระบบนี้จะผลิตก๊าซชีวภาพปีละ 39,420 ลูกบาศก์เมตร ใช้พื้นที่รวมประมาณ 3,500 ตารางเมตรหรือ 2.19 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 6.22 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ในกรณีที่มีการนำมูลสุกรมาบำบัดรวมกับน้ำเสียเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพมากขึ้นจำเป็นต้องใช้ถังหมักแบบฟลักโฟลเพิ่มขึ้น 1 ดังก่อนส่งน้ำเสียที่ผ่านการหมักนี้แล้วเข้าสู่หมักยูเอสบี ซึ่งต้องใช้พื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 4,000 ตารางเมตรหรือ 2.5 ไร่ และให้ก๊าซชีวภาพประมาณปีละ 127,458 ลูกบาศก์เมตร เสียค่าใช้จ่ายรวม 8.58 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) ในกรณีที่เปลี่ยนบ่อบ่มมาใช้บึงประดิษฐ์แทนพบว่าถ้าบำบัดเฉพาะน้ำเสียระบบชนิดนี้จะใช้พื้นที่ประมาณ 4,500 ตารางเมตรหรือ 3.25 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 6.41 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และถ้านำน้ำเสียและมูลสุกรมาบำบัดรวมกันใช้พื้นที่ประมาณ 5,200 ตารางเมตรหรือ 3.25 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 8.80 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน)
5. ระบบแบบบ่อหมักติดตามด้วยคลองจวนเวียนและถังตกตะกอน ระบบนี้ใช้พื้นที่รวม 1,600 ตารางเมตรหรือ 1.0 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายรวม 8.43 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) แต่ถ้ามีถังหมักมูลสุกรด้วยจะเสียค่าใช้จ่ายรวม 11.39 บาท/ตัว (ไม่คิดราคาที่ดิน) และใช้พื้นที่เพิ่มอีกประมาณ 100 ตารางเมตร

จะเห็นว่าระบบที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด (ถ้าไม่คิดค่าที่ดิน) คือระบบบ่อหมักติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่ม ส่วนระบบที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดคือบ่อหมักที่ติดตามด้วยถังเติมอากาศแบบเอสบีอาร์ แต่เมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนการลงทุนจะพบว่าระบบไบโอแก๊สที่ติดตามด้วยบ่อกึ่งหมักและบ่อบ่มเป็นระบบที่กระทบต่ออัตราผลตอบแทนการลงทุนฟาร์มสุกรน้อยกว่าระบบบำบัดชนิดอื่น เนื่องจากระบบนี้มีผลพลอยได้เป็นก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ในการศึกษานี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2542ก) ยังได้เสนอค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร 3 ขนาด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตรฐานน้ำทิ้งที่เสนอแนะสำหรับฟาร์มสุกรที่ระบายออกสู่ภายนอก

ดัชนีวิเคราะห์	หน่วย	ประเภทมาตรฐานน้ำทิ้งจำแนกตามขนาดฟาร์มสุกร		
		ขนาดเล็ก (<60 นปส.)	ขนาดกลาง (60-600 นปส.)	ขนาดใหญ่ (>600 นปส.)
pH	มิลลิกรัม/ลิตร	5-9	5-9	5-9
BOD ₅	มิลลิกรัม/ลิตร	100	100	60
COD	มิลลิกรัม/ลิตร	400	400	300
TKN	มิลลิกรัม/ลิตร	200	200	120
SS	มิลลิกรัม/ลิตร	200	200	150

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2542ก

โดยในระยะแรกนี้จะบังคับใช้กับฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่เท่านั้นและฟาร์ม 2 ขนาดดังกล่าวจะต้องปฏิบัติตามภายใน 1 ปีหลังจากประกาศใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

2.2 การวิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

ในการลดปริมาณน้ำเสียหรือความสกปรกของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร สามารถกระทำได้โดยการพัฒนาสูตรอาหารที่ทำให้เกิดของเสียจากสัตว์น้อยที่สุด ตลอดจนพัฒนาและควบคุมวิธีการให้อาหารโดยไม่ให้มีเศษอาหารเหลือ หรือไม่ให้อาหารเกินจำเป็นมีฉะนั้นอาหารส่วนเกินเหล่านั้นจะไม่ได้กลายเป็นเนื้อสัตว์แต่จะถูกขับถ่ายออกมาเป็นมูลสัตว์ และจะต้องประชาสัมพันธ์องค์ความรู้เหล่านี้ให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทราบโดยทั่วถึงกัน โดยเฉพาะฟาร์มขนาดเล็กที่ยังมีความรู้ความเข้าใจน้อยในเรื่องการจัดการฟาร์ม

จากการที่ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่และขนาดกลางที่ได้ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพในการบำบัดของเสียจากฟาร์ม ซึ่งประกอบด้วยระบบรางและท่อน้ำเสีย ระบบก๊าซชีวภาพและระบบบำบัดขั้นหลังซึ่งประกอบด้วยปฏีปรับเสถียรภาพ และบึงประดิษฐ์ จะเห็นว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบก๊าซชีวภาพแล้ว ยังมีบีโอดี และซีโอดี สูงอยู่และมีธาตุอาหารที่เป็นไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเหลืออยู่มาก การนำน้ำเสียส่วนนี้เข้าสู่ปฏีปรับเสถียรภาพ และบึงประดิษฐ์จะสามารถลด บีโอดี, ซีโอดี, ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลงได้ระดับหนึ่ง แต่เกษตรกรเจ้าของฟาร์มไม่ได้ประโยชน์จากการบำบัดในขั้นตอนนี้และยังต้องถางคันไม้ออกจากบึงประดิษฐ์เป็นระยะๆ หากเปลี่ยนระบบบำบัดขั้นหลังโดยใช้น้ำเสียส่วนนี้มาเลี้ยงปลา เลี้ยงสาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ หรือปลูกพืชน้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเช่น ผักบุ้ง หรือผักกระเฉดแทน จะทำให้ได้ประโยชน์มากขึ้น หรือในกรณีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ นอกจากมูลสุกรจากถังหมักก๊าซซึ่งจะนำมาใช้ทำเป็นอาหารสัตว์หรือปุ๋ยแล้ว ส่วนที่เป็นน้ำเสียที่ผ่านการหมักน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ปลูกพืชน้ำเศรษฐกิจ เลี้ยงปลา เลี้ยงสาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ หรือทำปุ๋ยน้ำเพื่อการปลูกพืชได้ (Hopkun et al,1980 ; Chiu,1980 ; Soong, 1980 ; Yang,1997)

สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยที่ได้รับการส่งเสริมการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพจากกรมส่งเสริมการเกษตรร่วมกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรภายใต้การสนับสนุนของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานนั้น ควรมีการประเมินการดำเนินงานของถังหมักก๊าซชีวภาพว่ามีประสิทธิภาพดีเพียงใดในการบำบัดน้ำเสีย มีปัญหาเกิดจากอะไร ควรทำการแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไร หรือควรมีขั้นตอนการบำบัดขั้นต่อไปมารองรับอย่างไร มีการใช้ก๊าซหรือกากที่ได้จากการหมักอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการส่งเสริมการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยรายต่อไปให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

จากนโยบายของกรมควบคุมมลพิษที่จะควบคุมฟาร์มสุกรให้ปล่อยน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และได้มีการเสนอแนะระบบบำบัดไว้หลายชนิด (กรมควบคุมมลพิษ,2542ก)แต่ยังไม่ได้มีการนำระบบดังกล่าวมาสร้างจริงในฟาร์มให้เป็นระบบบำบัดต้นแบบ จึงควรเลือกระบบที่เสนอที่ใช้ที่ดินไม่มากนักและมีค่าใช้จ่ายต่อตัว(สุกร)ไม่สูง เพื่อสร้างเป็นระบบบำบัดต้นแบบให้แก่ฟาร์มที่มีเนื้อที่น้อยไม่สามารถจัดการฟาร์มได้ในลักษณะฟาร์มผสมผสาน

จากการประเมินผล โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพระดับครัวเรือนในฟาร์มเกษตรกรรายย่อยโดยสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี(2543) พบว่าเกษตรกรยังใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตออกมาไม่เต็มที่นักมีก๊าซเหลือปล่อยทิ้งไว้ปริมาณมาก ประกอบกับได้มีการเสนอทางเลือกที่ให้รวมกลุ่มฟาร์มสุกรแล้วมีโรงบำบัดน้ำเสียรวม (กรมควบคุมมลพิษ,2538) จึงน่าจะทำการศึกษา

ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อกำจัดและผลิตพลังงานจากของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกร เพื่อให้ได้พลังงานจากก๊าซชีวภาพมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทำการควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐาน แต่ทางเลือกนี้อาจส่งผลกระทบต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้ง ซึ่งในการศึกษาความเป็นไปได้จะต้องให้ความสำคัญกับประเด็นผลกระทบต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้งเป็นพิเศษ

2.3 การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากช่องว่างขององค์ความรู้และการนำองค์ความรู้มาใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ ทำให้สามารถสรุปทิศทางของการวิจัยและการนำไปสู่การปฏิบัติได้ดังนี้

1. พัฒนาสูตรอาหารสัตว์เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสีย
2. พัฒนาและควบคุมวิธีการให้อาหารเพื่อให้มีเศษอาหารเหลือน้อยที่สุด และมีมูลสัตว์น้อยที่สุด ตลอดจนประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรมีความรู้ความเข้าใจ เพื่อจะได้นำไปปฏิบัติอย่างจริงจัง
3. ให้มีการวิจัยเพื่อนำธาตุอาหารในน้ำเสียจากการหมักมูลสุกรมาใช้ประโยชน์ เช่น ปุ๋ยพืชสด เศษธุรกิจ เลี้ยงสาหร่ายเพื่อนำมาเป็นอาหารสัตว์ เลี้ยงปลา หรือนำมาปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อนำข้อมูลจากการศึกษา มาใช้ในการวางแผนฟาร์มสุกรที่มีลักษณะเป็นฟาร์มแบบผสมผสาน กล่าวคือ ถ้าเลี้ยงสุกรก็ควรจะมีระบบที่ใช้หมักมูลสุกรขนาดเท่าใด จะได้ก๊าซชีวภาพออกมาเท่าใด นำมาใช้ทำอะไร และควรมีบ่อเลี้ยงปลาขนาดเท่าใดหรือ บ่อเลี้ยงสาหร่ายขนาดเท่าใด หรือบ่อปลูกพืชน้ำจืดอะไรขนาดเท่าใด จะนำน้ำเวียนกลับมาใช้ในการฉีดล้างเส้าหมูหรือไม่ หรือนำน้ำที่เหลือมาใช้ในการปลูกพืชอะไร และใช้ขนาดพื้นที่เท่าใด
4. ให้มีการประเมินการดำเนินงานของถังหมักก๊าซชีวภาพ ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยได้รับการสนับสนุนให้สร้าง เพื่อหาทางแก้ไขและปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น หรือควรมีขั้นตอนการบำบัดขั้นต่อไปมารองรับอย่างไร เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการส่งเสริมการสร้างถังหมักก๊าซชีวภาพ ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยในอนาคตให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้
5. สำหรับฟาร์มสุกรที่ไม่มีพื้นที่เหลือสำหรับทำฟาร์มแบบผสมผสาน กรมปศุสัตว์หรือกรมควบคุมมลพิษควรเลือกระบบบำบัดที่ใช้พื้นที่น้อยและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักมาสร้างจริงในฟาร์ม เพื่อดูว่าน้ำทิ้งที่ออกจากระบบได้มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรตามที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ได้มาตรฐานควรจะหามาตรการรองรับอย่างไร เช่น ทำท่อส่งน้ำทิ้งที่ไม่ได้มาตรฐานลงสู่บ่อพักน้ำขนาดใหญ่เพื่อเลี้ยงปลา และส่งน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลา ลงสู่คลองชลประทานเพื่อใช้ในการเพาะปลูกต่อไป
6. สำหรับฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่ไม่สามารถจะลงทุนหรือไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการสร้างระบบบำบัดของตนเอง หรือสร้างระบบก๊าซชีวภาพแล้วใช้ก๊าซไม่เต็มที่มีก๊าซเหลือทิ้ง น่าจะมีทางเลือกอื่น เช่น รวมกลุ่มฟาร์มสุกรแล้วมีโรงบำบัดน้ำเสียรวม เพื่อให้ได้ก๊าซชีวภาพมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจะต้องทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อกำจัดและผลิตพลังงานจากของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกร แต่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษกับน้ำทิ้งหลังการบำบัดซึ่งอาจมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้ง

3. น้ำเสียจากการเพาะปลูก

3.1 ทบทวนวรรณกรรม

น้ำเสียจากการเพาะปลูกประกอบด้วย 1) ปุ๋ยส่วนเกินทำให้น้ำมีปริมาณไนโตรเจน ไปัสเซียม และ ฟอสฟอรัสสูง ส่งผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย ผักตบชวา การเพิ่มปริมาณพืชเล็กในน้ำจะมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำในเวลากลางคืนเพราะพืชหายใจแต่ไม่สังเคราะห์แสง ฉะนั้นปริมาณพืชมากเท่าไรปริมาณออกซิเจนจะลดลงมากเท่านั้น 2) สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชปะปนมากับน้ำไหลชะพื้นที่เพาะปลูก สารเคมีเหล่านี้สามารถสะสมอยู่ในน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดิน จะสะสมนานหรือไม่ขึ้นกับชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้นๆ สารในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน จะมีความคงทนสูงจึงอาจตกค้างอยู่ในน้ำ ดิน และห่วงโซ่อาหารได้นาน ส่วนสารกลุ่มอื่นที่มีความคงทนน้อยกว่าแต่ความเป็นพิษเฉียบพลันอาจสูงกว่า ในกรณี que เข้าไปสู่อุณหภูมิที่ใช้เพื่อการบริโภคของเกษตรกรจะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของเกษตรกรได้ และ 3) การหมักหมมของฟางข้าว คอ และขี้ของพืชภายหลังการเก็บเกี่ยวทำให้น้ำที่ระบายออกจากพื้นที่เพาะปลูกมีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งรองรับน้ำเป็นประจำทุกปีโดยเฉพาะปีที่มีน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกปัญหาก็จะยิ่งมากขึ้น

กรมควบคุมมลพิษ(2542ข) ได้ศึกษาน้ำเสียจากนาข้าวในเขตอำเภอบางปลาม้า สองพี่น้อง และบางเลน ซึ่งเป็นพื้นที่ทำนาในลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลาง มีการทำนาตลอดปี พื้นที่ทำนาปรังมากกว่านาปีเพราะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ โดยมีพื้นที่นาปีทั้งหมด 348,410 ไร่ และพื้นที่นาปรัง 488,220 ไร่ พบว่าปริมาณน้ำเสียจากนาข้าวโดยเฉลี่ยประมาณ 2.67 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน ดังนั้นในเขตอำเภอบางปลาม้า สองพี่น้อง และบางเลนจะมีน้ำเสียจากนาข้าวในช่วงฤดูฝนซึ่งมีการทำนาปีเฉลี่ยประมาณ 930,255 ลูกบาศก์เมตร/วัน นาข้าวบริเวณนี้ใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าปกติ โดยใช้น้ำอัตรา 50-100 กิโลกรัม/ไร่ จากการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชจากน้ำในนาข้าวพบว่า มีปริมาณไนเตรตเฉลี่ยประมาณ 0.8-1.2 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยประมาณ 6.8-9.6 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นในช่วงฤดูฝนจะมีฟอสเฟตจากนาข้าวลงสู่แหล่งน้ำประมาณ 6,326-8,931 กิโลกรัม/วัน (18.16-25.63 กรัม/ไร่/วัน) และมีไนเตรตลงสู่แหล่งน้ำประมาณ 1,043-1,564 กิโลกรัม/วัน (2.14-3.20 กรัม/ไร่/วัน) ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ในนาข้าวเกิดจากการเน่าเสียของฟางข้าวประมาณ 480,805-651,526 ตัน (น้ำหนักแห้ง หรือคิดจาก 1.38-1.87 ตัน น้ำหนักแห้ง/ไร่)

ศิวาภรณ์และคณะ (2540) ได้ศึกษาการสะสมสารพิษในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่น อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2537- เดือนมกราคม 2538 ผลการทดลองพบการสะสมของไดเมทไฮเอท (สารป้องกันแมลงกลุ่มออร์แกนอโฟสเฟต) ในน้ำ ปริมาณระหว่าง 0.12-59.23 ไมโครกรัม/ลิตร (ปริมาณเฉลี่ย 18.35 ไมโครกรัม/ลิตร) พบสูงสุดในเดือนสิงหาคม ปริมาณที่พบในเดือนสิงหาคม กันยายน และ พฤศจิกายน เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยสูงสุดในน้ำ (MAC, Maximum Allowable Concentration) ที่ประเทศอังกฤษกำหนดให้มีสูงสุดไม่เกิน 3.0 ไมโครกรัม/ลิตรในน้ำที่ใช้บริโภค พบค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม นอกจากนั้นยังพบการสะสมสารพิษโมโนโครโทฟอส (สารป้องกันแมลงกลุ่มออร์แกนอโฟสเฟต) ในน้ำปริมาณระหว่าง 2.16-10.72 ไมโครกรัม/ลิตร (ปริมาณเฉลี่ย 2.73 ไมโครกรัม/ลิตร) พบสูงสุดในเดือนธันวาคมและต่ำสุดในเดือนตุลาคม ปริมาณที่พบเกินค่า MAC ที่ประเทศออสเตรเลียกำหนดให้มีสูงสุดไม่เกิน 2.0 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำที่ใช้บริโภค จะเห็นว่าปริมาณสารป้องกันแมลงที่พบในน้ำค่อนข้างน่าวิตกโดยเฉพาะสารไดเมทไฮเอท และโมโนโครโทฟอสที่ปนเปื้อนในน้ำ ถ้าเกษตรกรนำไปใช้บริโภคอาจเกิดอันตรายได้ เพื่อความปลอดภัยควรแยกช่องน้ำ

สำหรับใช้ไว้ต่างหาก และควรมีการติดตามการแพร่กระจายของสารดังกล่าวในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยเฉพาะน้ำที่นำมาบริโภค

พนิดา (2540) ได้ศึกษาการสลายตัวของสารป้องกันวัชพืชไฮโอเบนคาร์บในนาข้าว โดยใช้วัตภูมิพืช 3 อัตรา ได้แก่อัตราแนะนำ สองเท่าของอัตราแนะนำ และไม่ใช่วัตภูมิพืช ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์สารพิษตกค้างภายหลังการใช้วัตภูมิพืชรวม 6 ครั้งคือ 0(2 ชั่วโมง), 1, 2,4,6 สัปดาห์และระยะเก็บเกี่ยว โดยหว่านไฮโอเบนคาร์บ 8% G ภายหลังการปักดำ 7 วัน ผลการทดลองพบว่า ภายหลังการใช้วัตภูมิพืช 2 ชั่วโมง พบสารพิษตกค้างในน้ำและดินในแปลงที่ใช้วัตภูมิพืชอัตราแนะนำปริมาณ 414 และ 422 พีพีบี ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ใช้วัตภูมิพืชสองเท่าของอัตราแนะนำ พบสารพิษตกค้างประมาณ 637 และ 773 พีพีบี ตามลำดับ หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำและดินลดลงไปถึงร้อยละ 90 และ 60 ตามลำดับ ในแปลงที่ใช้วัตภูมิพืชอัตราแนะนำ และมีการลดลงร้อยละ 85 และ 58 ตามลำดับในแปลงที่ใช้วัตภูมิพืชสองเท่าของอัตราแนะนำ หลังจากนั้นการลดลงของสารพิษตกค้างจะมีการลดลงอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ตรวจพบสารพิษตกค้างในน้ำน้อยมาก แต่ยังคงพบสารพิษตกค้างในดิน ปริมาณ 137 และ 128 พีพีบี จากการใช้วัตภูมิพืชอัตราแนะนำและสองเท่าของอัตราแนะนำตามลำดับ จะเห็นว่าการใช้วัตภูมิพืชไฮโอเบนคาร์บในอัตราที่สูงกว่าแนะนำมีผลทำให้ปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำและดินสูงกว่าในช่วงแรกของการใช้เท่านั้น แต่ในระยะเวลาต่อมาแล้วการตกค้างของสารในดินที่มีส่วนในการควบคุมวัชพืชไม่ได้ยาวนาน หรือมีปริมาณที่สูงกว่า การใช้วัตภูมิพืชในอัตราแนะนำแต่อย่างใด ดังนั้น การใช้ไฮโอเบนคาร์บในการควบคุมวัชพืชจึงควรใช้ในอัตราแนะนำและปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างถูกต้อง เพื่อให้การควบคุมวัชพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากใช้วัตภูมิพืชมากเกินไป

กองวัตภูมิพืชการเกษตร (2543) ได้ทำการสำรวจพิษตกค้างของเอ็นโดซัลแฟน (สารกลุ่มออร์แกโนคลอรีนที่ชาวนาชอบใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว) ในแม่น้ำสายสำคัญในเขตภาคกลางที่ไหลผ่านการทำนาหว่านน้ำตม เริ่มตั้งแต่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านอำเภอดำรงนางบวช อำเภอสามชูก และอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอบางเลน และอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม แม่น้ำบางปะกงที่ไหลผ่านอำเภอบางน้ำเปรี้ยว และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี และอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี เก็บตัวอย่างในเดือนพฤษภาคม 2542 – กุมภาพันธ์ 2543 โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน รวม 5 ครั้ง ผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณสารพิษในแม่น้ำท่าจีนมีการปนเปื้อนของเอ็นโดซัลแฟนสูงกว่าแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำบางปะกง คือพบในปริมาณตั้งแต่ 0.05-0.97 ไมโครกรัม/ลิตร แม่น้ำเจ้าพระยาพบในปริมาณ 0.05-0.29 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนแม่น้ำบางปะกงพบปริมาณ 0.01-0.24 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งปริมาณสารพิษที่พบในแม่น้ำทั้ง 3 สาย ยังไม่เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และปริมาณที่พบเมื่อเทียบกับปริมาณสารพิษในน้ำจากแปลงทดสอบ การศึกษาสารพิษตกค้างของเอ็นโดซัลแฟนในนาข้าว ที่มีการใช้สารนี้ค่อนข้างสูง (3 ครั้ง) ปริมาณที่พบในวันที่ 48 ภายหลังการใช้ครั้งที่ 3 มีปริมาณสูงถึง 2.4-3 ไมโครกรัม/ลิตร จากข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในแต่ละครั้งที่เก็บทั้ง 5 ครั้ง พบว่าช่วงที่มีน้ำมากและฝนตกชุกปริมาณสารพิษที่สูงกว่าช่วงอื่นๆ คือ ช่วงเดือนตุลาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่น้ำท่าจีนที่จังหวัดสุพรรณบุรี พบสูงถึง 0.90-0.97 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่อำเภอสามชูก ขณะที่จุดอื่นๆ ในลำน้ำนี้พบ 0.11-0.52 ไมโครกรัม/ลิตร

3.2 การวิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียจากการเพาะปลูกยังมีน้อยมาก องค์ความรู้ที่ยังขาดอยู่คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติและปริมาณน้ำเสียจากการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด จึงควรจะต้องทำการศึกษาเพื่อหาข้อมูลดังกล่าว โดยเลือกศึกษากับพืชบางชนิดที่น่าจะมีปัญหาเรื่องน้ำเสียก่อน เช่น ข้าว ผัก ผลไม้ และไม้ดอกที่ใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ในกรณีที่น้ำเสียมีความสกปรกในรูปบีโอดีสูง หรือมีธาตุอาหารสูง หรือมีสารพิษกำจัดศัตรูพืชตกค้างสูง ควรจะทำการศึกษาเพื่อหาทางจัดการกับน้ำเสีย เช่น การกักเก็บน้ำเสียไว้ให้สารพิษกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ลดลง หรือนำน้ำนั้นกลับมาใช้ใหม่

การศึกษาเกี่ยวกับพิษและผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่ๆ และชนิดที่ต่างประเทศห้ามใช้แล้วที่นำเข้ามาใช้ และการศึกษาเกี่ยวกับพิษและผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ใช้ผิดวัตถุประสงค์ควรจะต้องดำเนินการต่อไปให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอและพร้อมที่จะประกาศห้ามใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีผลกระทบมากได้ทันทั่วทั้ง นอกจากนั้นควรประชาสัมพันธ์ผลการศึกษาในลักษณะที่เข้าใจได้ง่ายไปสู่เกษตรกรและประชาชนทั่วไปอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง

ส่วนขององค์ความรู้ที่มีอยู่แล้วเช่น วิธีการใช้ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดหรือกับศัตรูพืชแต่ละชนิด ตลอดจนการจัดการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management ,IMP) ซึ่งให้ผลดีต่อผลผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น จากการศึกษาเปรียบเทียบสวนส้มโอภายใต้โครงการ IPM ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม กับสวนส้มโอของเกษตรกร พบการสะสมของสารพิษ methyl parathion ในเนื้อส้มโอจากแปลงเกษตรกรมากกว่าแปลง IPM ส่วนสารพิษชนิด dicofol และ cypermethrin พบเฉพาะในแปลงเกษตรกร และตรวจพบสารพิษกลุ่มคอร์เทกโนฟอสเฟต และ copper oxychloride ในตัวอย่างปลานิลที่อาศัยอยู่ในร่องสวนแปลงเกษตรกรมากกว่าแปลง IPM (กองวัดภูมิพิษการเกษตร,2540) กรมส่งเสริมการเกษตรควรจะทำการศึกษาสัมพันธ์ สาริต ผักอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยแสดงให้เห็นถึงความยาก-ง่ายในการปฏิบัติ ผลดี-ผลเสียที่ได้รับ เพื่อให้เกษตรกรเข้าใจ ขอมรับซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติจริงต่อไป ซึ่งจะสามารถลดปัญหส่วนเกิน สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ และสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากการเพาะปลูกลงได้ในระดับหนึ่ง

3.3 การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากช่องว่างขององค์ความรู้และการนำองค์ความรู้มาใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติสามารถสรุปทิศทางของการวิจัยและการนำองค์ความรู้มาใช้ในทางปฏิบัติ ได้ดังนี้

1. ควรศึกษาลักษณะสมบัติ และปริมาณน้ำเสียจากการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด โดยเลือกศึกษากับพืชบางชนิดที่น่าจะมีปัญหาเรื่องน้ำเสียก่อน เช่น ข้าว ผัก ผลไม้ และไม้ดอก ที่ใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก

2. ทำการศึกษาเพื่อหาทางจัดการน้ำเสีย เช่น เก็บกักน้ำเสียไว้ให้สารพิษกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างลดลง หรือนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

3. ศึกษาเกี่ยวกับพิษและผลกระทบของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่ๆ และชนิดที่ต่างประเทศห้ามใช้แล้วที่นำเข้ามาใช้ พร้อมทั้งศึกษาพิษและผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรที่ใช้ผิดวัตถุประสงค์ เพื่อพร้อมที่จะประกาศห้ามใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีผลกระทบมากให้ทันการ ตลอดจนประชาสัมพันธ์ผลการศึกษาสู่เกษตรกรและประชาชนอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง

4. ส่งเสริมให้มีการใช้องค์ความรู้ที่มีอยู่แล้วเช่น วิธีการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม และการจัดการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสานให้เกิดผลในทางปฏิบัติในวงกว้างกับเกษตรกร เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากน้ำเสียจากการเพาะปลูกลงได้ระดับหนึ่ง

งานวิจัย/รายงาน ที่แนะนำให้อ่าน

กรมควบคุมมลพิษ.(2538).การศึกษาความเหมาะสมการจัดการน้ำเสียในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง.กระทรวง
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร
กรมควบคุมมลพิษ.(2542ก).การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการน้ำเสียจากฟาร์มสุกร. กระทรวงวิทยาศา
สตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร.

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ.(2538).การศึกษาความเหมาะสมการจัดการน้ำเสียในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง.กระทรวง
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ.(2542ก).การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการน้ำเสียจากฟาร์มสุกร. กระทรวงวิทยา
ศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ.(2542ข).โครงการวิจัยปฏิบัติการ การควบคุมผักตบชวาในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและท่าจีน บริเวณ
พื้นที่วิกฤติ (รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร).กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,
กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร.(มปป).โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและ
ปรับปรุงสิ่งแวดล้อม(เกษตรกรรายย่อย).(เอกสาร โรเนียว)
- กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.(2543).สรุปผลการดำเนินงานแผนงานภาคความร่วมมือ ในช่วงปี 2538-
2542 ภายใต้แผนการอนุรักษ์พลังงาน.สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ,
กรุงเทพมหานคร.
- กองวัตภูมิพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.(2540).การศึกษาวิจัยผลกระทบของวัตภูมิพิษต่อคน สัตว์ และสิ่ง-
แวดล้อม.เอกสารเสนอในการประชุมวิชาการประจำปี 2540 กรมวิชาการเกษตร, 28 เมษายน-2
พฤษภาคม 2540 ณ. โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จ.เชียงใหม่ : 16-21.
- กองวัตภูมิพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.(2543).ผลกระทบจากการใช้วัตภูมิพิษในการเกษตร.เอกสารเสนอใน
การประชุมวิชาการประจำปี 2543 กรมวิชาการเกษตร, 8-12 พฤษภาคม 2543 ณ. ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ
ชาดิมแพค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี : 40-52.
- เกรียงไกร แก้วสุรลิขิต.(2537).การใช้สาหร่าย *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia ช่วยลด
ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสเฟตในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศา
สตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร.
- กณิต ไชยคำ และดุสิต ตันวิไลย.(2535).การทดลองใช้หอยแมลงภู่และสาหร่ายผสมนางเพื่อบำบัดน้ำทิ้งทางชีว-
วิทยาจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา.เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2535.สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่ง,สงขลา.
- กวิธอง โลว.(2537).การบำบัดน้ำเสียมูลสุกรด้วยระบบพืชน้ำสามชั้นตอน.วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่.
- พนิดา ไชยพันธ์บุรณ์ และคณะ.(2540).การสลายตัวของไรโอเบนคาร์บอนในข้าว.เอกสารเสนอในการประชุมวิชา
การกองวัตภูมิพิษการเกษตร ครั้งที่ 2, 8-10 พฤษภาคม 2540 ณ.โรงแรมเฟลิซซีเวอร์แคว อ.เมือง จ.
กาญจนบุรี :195-205.
- วิระพันธ์ เกียรติภักดิ์, นิรันดร์ โพธิ์กานนท์ และ Kendrick Logsdon, Jr.(มิถุนายน 2542).โครงการส่งเสริมการ
ผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ส่วนที่ 1 : ฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่(เอกสาร โรเนียว).
- ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง และคณะ.(2540).การศึกษาการสะสมสารพิษในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่น จังหวัด
สมุทรสาคร ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร เอกสารเสนอในการประชุมวิชาการกอง

วัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 2 , 8-10 พฤษภาคม 2540 ณ.โรงแรมเฟลิกซ์รีเวอร์แคว อ.เมือง จ.กาญจนบุรี : 223-235.

สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ.(2543).ข้อเสนอแผนเบื้องต้นของโครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อการบำบัดและผลิตพลังงานจากของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกรและโรงงานอุตสาหกรรมอาหารในจังหวัดนครปฐม.มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.กรุงเทพมหานคร

ศิริ ทุกขวินาศ ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติและชนินทร์ แสงรุ่งเรือง.(2542). ประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยวิธีชีวภาพ.เอกสารวิชาการเลขที่ 1/2542.ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน, จันทบุรี.

หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2540).ข้อเสนอโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ส่วนที่ 1 : ฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ โครงการระยะที่ 2 (ปี พ.ศ. 2540-2545).มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อุปถัมภ์ ภวภูตานนท์ ณ. มหาสารคาม.(2540).การทดลองการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบยั่งยืนโดยการบำบัดน้ำทิ้งด้วยวิธีชีวภาพ.เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2540.กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร.

Abeyasinghe, D.H., Shanableh, A., & Rigden B.(1996). Biofilters for Water Reuse in Aquaculture. Wat. Sci. Tech. 34(11): 253-260.

Chin K. K., & Ong S.L.(1997). Water Conservation and Pollution Control for Intensive Prawn Farms . Wat. Sci. Tech. 35(8):77-81.

Chui SY. (1980). Case Reports on Pig Waste Disposal in Taiwan. In Chung P, editor. Animal Waste Treatment and Utilization. Proceedings of the International Symposium on Biogas, Microalgae and Livestock Waste ; 1980 Sept 15-17 ; Taipei, Taiwan : 363-369.

Hopkin KD, Cruz EM, Hopkin ML, & Chong KC.(1980). Optimum Manure Loading Rates in Tropical Freshwater Fishponds Receiving Untreated Piggery Wastes. In Chung P, editor .Animal Waste Treatment and Utilization. Proceedings of the International Symposium on Biogas, Microalgae and Livestock Waste ; 1980 Sept 15-17 ; Taipei, Taiwan : 447-460.

Kolsater.L.(1995). Feed Management and Reduction of Aquaculture Wastes. Wat. Sci. Tech. 31(10):213-218.

Sansanayuth et al.(1996). Shrimp Pond Effluent : Pollution Problems and Treatment by Constructed Wetlands. Wat. Sci. Tech. 34(11): 93-98.

Soong P. (1980). A Model of Integrated Hog and Fish Farming System. In Chung P, editor. Animal Waste Treatment and Utilization. Proceedings of the International Symposium on Biogas, Microalgae and Livestock Waste ; 1980 Sept 15-17 ; Taipei, Taiwan :493-500.

Tookwinas S. & Neumhom. P.(1995). Experiment on Coagulation of Intensive Marine Shrimp Farm Effluent. Paper presented in International Seminar on Marine Fisheries Environment, 9-10 March 1995, Rayong Thailand: 251-262.

Tunvilai D.(1991). The Experiments on Brine Shrimp (*Artemia sp.*) Culture with a Purpose to Control the Quality of Waste Water from Intensive Shrimp Farming. M.Sc. Thesis in Technology of Environmental Management, Mahidol University, Nakornpathom.

Yang PY, Khan H, Gan G, Paquim D, & Liang T.(1997).A Prototype Small Swine Waste Treatment System for Land Limited and Tropical Application. Wat. Sci. Tech. .35(6) : 145-152.

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ.(2538).คู่มือการจัดการน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ.(2542).คู่มือการจัดการฟาร์มสุกรเพื่อแก้ไขปัญหาล้างแ้วดล้อม.กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,กรุงเทพมหานคร.
- กรมปศุสัตว์.(2542).เอกสารประกอบการสัมมนาเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์เรื่องการบำบัดของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์.16-19 สิงหาคม 2542 ณ. โรงแรมเชียงใหม่พลาซ่า , เชียงใหม่.
- ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง.(2540).ผลกระทบของน้ำทิ้งจากนาุ้งต่อคุณภาพดินและตะกอนในบริเวณอ่างกึ่งกระเบณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ฐิตยา ศรขวัญ . (2541). ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำเสียจาก ฟาร์มสุกร จังหวัดฉะเชิงเทรา . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ธนินฐา ชิริภักดิ์.(2537).การทดลองใช้หอยแมลงภู่เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลแบบพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยมหิดล,นครปฐม.
- บุหรา สีนบัวทอง .(2537).การศึกษาการทำงานของถังหมักไร้อากาศชนิดที่มีตัวกลางยึดเกาะในการบำบัดของเสียจากมูลโค.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- เปรมสุตา สมาน.(2539).จุลินทรีย์สำหรับบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งทะเล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร.
- พรพิมล ชัยจันทร์ภักดี . วัชรชัย เจริญมาก . และประพันธ์ หลวงสุข . (2538). การแยกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงจากน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ.ศูนย์วิจัยพลังงานและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , เชียงใหม่.
- มลวิภา ลีชัย.(2540).การปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาชนิดด้วยระบบถังกรองทรายแบบไหลไม่ต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพมหานคร.
- วินา ชานนท์.(2535). ผลของการเพาะเลี้ยง chlorella sp. ในน้ำเสียจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกร.การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนชีววิทยา . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , เชียงใหม่.
- ศิริวรรณ คัดประเสริฐ และประพฤติ พรหมสมบูรณ์.(2541).การใช้สาหร่ายสกุลกรากิลาเรียช่วยลดปริมาณออกซิเจนในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง.เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15 วันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2541.เชียงใหม่:277.
- สินินุช ศิริวดีนันท.(2537).การใช้บ่อเติมอากาศในการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.มหาวิทยาลัยมหิดล,กรุงเทพมหานคร.

- Shanableh A., & Hijazi, A..(1998). Treatment of Simulated Aquaculture Water Using Biofilters Subjected to Aeration/Non-aeration Cycles. . Wat. Sci. Tech. 38(8-9) : 223-231.
- Tookwinas, S., Sangrungruang, C., & Dumrak, B.(1998). Study on Bio-filtering Treatment for Improving the Water Quality in An Intensive Marine Shrimp Pond. Technical Paper No.1/2541. Kung Krabaen Bay Royal Department Study Center, Chantaburi.

การจัดการมูลฝอย

การจัดการมูลฝอย (Solid Waste Management)

อาจารย์สมพงษ์ ธงไชย

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ความเป็นมา

การศึกษาพรรณนาคำความรู้การบริหารจัดการมูลฝอยของประเทศไทยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการสำรวจ สืบค้นผลงานวิจัย รายงาน และงานวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิตเป็นส่วนใหญ่ในช่วง 10 ปี (2533-2543) ที่ผ่านมาโดยได้กำหนดสาระสำคัญที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย

- ความรู้ทางด้านประเภทและชนิดของวัสดุที่เป็นมูลฝอย
- สื่อเพื่อการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับมูลฝอย
- การจัดการมูลฝอยขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย

คำว่า "มูลฝอย" ในที่นี้ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Solid waste ซึ่งมีการนิยามความหมายของคำว่ามูลฝอยไว้หลายความหมายในที่ต่าง ๆ กัน แต่ก็คล้าย ๆ กัน จากคำนิยามมูลฝอยเหล่านั้นจะเห็นได้ว่า "การที่จะจัดสิ่งใดเป็นฝอยนั้น ชัดเอาจริงหรือไม่ใช่ประโยชน์ของมนุษย์กับการทิ้ง หรือการใช้ประโยชน์หรือไม่ใช้มาเป็นเกณฑ์ตัดสินใจและแหล่งที่มาของมูลฝอย ทั้งที่มาจากเคหะสถาน สถานประกอบการธุรกิจ อุตสาหกรรม สาธารณสถานแหล่งธรรมชาติ และจากถนนหนทาง (สมชาย พานิชโยทัย, 2542) ในทำนองเดียวกัน การจัดการมูลฝอย (Solid waste management) สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2539, 10 ได้กำหนดเกณฑ์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการมูลฝอยไว้ 4 ด้านหลัก ๆ คือ (1) การจัดการมูลฝอยในแหล่งกำเนิดเป็นการจัดการเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมมูลฝอย ในแหล่งกำเนิด ตั้งแต่รูปแบบของการทิ้ง การเลือกประเภท และขนาดของภาชนะที่ใช้รองรับมูลฝอย (2) การเก็บรวบรวม เป็นการเก็บรวบรวมจากภาชนะที่รองรับไว้ให้กับรถเก็บขนมูลฝอย (3) การขนถ่ายมูลฝอยในบางกรณีก็สถานที่ที่มีจำกัด หรือโรงงานแปรรูปมูลฝอยอยู่ไกล การที่รถบรรทุกมูลฝอยนำมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดหรือโรงงานแปรรูปโดยตรงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง การขนถ่ายมูลฝอยจากรถบรรทุกขนาดเล็กหลาย ๆ คัน ไปรวมกับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ก่อนจะนำไปยังสถานที่กำจัด หรือโรงงานแปรรูปมูลฝอย จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำลง (4) การแปรรูปมูลฝอย มูลฝอยที่เก็บขนได้อาจจะนำมาแปรรูป จะเหลือสิ่งตกค้างที่จะต้องนำไปกำจัดขั้นสุดท้าย ซึ่งจะใช้วิธีการฝังกลบ นอกจากนั้นมูลฝอยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูปก็จะถูกนำไปฝังกลบเช่นเดียวกันแต่อย่างไรก็ตาม ความหมายของการจัดการมูลฝอย สรุปสาระสำคัญได้

ว่า หมายถึง หลักเกณฑ์ในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการควบคุมการทิ้งมูลฝอย การเก็บมูลฝอยชั่วคราวไว้ใน ภาชนะ การรวบรวมมูลฝอย การขนถ่ายมูลฝอยและการขนส่ง การแปรรูปมูลฝอย และการกำจัดมูลฝอย โดย คำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดทางสุขอนามัย ทัศนียภาพ เศรษฐศาสตร์ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการยอมรับ ของสังคม (สมชาย พานิชโยทัย, 2542, 18)

จากความหมายมูลฝอย คืออะไร และอะไรคือมูลฝอย รวมถึง การจัดการมูลฝอยดังกล่าวข้างต้นการ สํารวจผลงานวิจัยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีประเด็นสำคัญทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความรู้ทางด้านประเภท และชนิดของวัสดุที่เป็นมูลฝอย

การศึกษาทางด้านความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์ที่เป็นมูลฝอยในชุมชน ได้มีการสำรวจความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อการจำแนกประเภทมูลฝอยก่อนทั้ง นับว่าเป็นการศึกษาที่มีความสำคัญเป็น อย่างยิ่ง ที่มีผลต่อการจัดการมูลฝอย เนื่องจากความรู้เกี่ยวกับวัสดุที่เป็นมูลฝอยเป็นความรู้พื้นฐานที่ทุกคนควร จะมีความรู้ โดยเฉพาะสรรพสิ่งในชีวิตประจำวันสิ่งใดก็ตามที่เลิกใช้ หรือไม่ใช้ ไม่ต้องการแล้ว ต่างก็จะกลายเป็น มูลฝอยแทบทั้งสิ้น ยิ่งสินค้าอุปโภค บริโภคที่เหลือซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มาบับสินค้าเหล่านั้น จำนวนมากทุกขนาด จะกลายเป็นมูลฝอย รวมทั้งผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ทุกขนาด เมื่อเสียใช้งานไม่ได้หรือหมด สภาพก็จะกลายเป็นมูลฝอยเช่นเดียวกัน

การกระจายอำนาจสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้มีบทบาทมากยิ่งขึ้นตามบทบัญญัติในรัฐธรรมนูญ แห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 (หมวดที่ 9 มาตราที่ 282-290) ประกอบกับนโยบายปฏิรูประบบราช การของรัฐบาล ตามนโยบายของคณะรัฐมนตรีที่ได้แถลงนโยบายต่อรัฐสภาเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2540 ได้ กล่าวถึงการปฏิรูประบบบริหารราชการที่เกี่ยวข้องกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้มีเพียง 4 รูปแบบ คือ (1) องค์การบริหารส่วนจังหวัด (2) เทศบาล (3) องค์การบริหารส่วนตำบล และ (4) การปกครองรูปแบบพิเศษ (สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี, 2540)

องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับพื้นฐานที่สำคัญ และมีบท บาทต่อการพัฒนาประเทศทางด้านต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการจัดการการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น การส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและเป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นนิติบุคคลซึ่งประชาชนส่วนใหญ่มี บทบาทมากที่สุด และมีจำนวนมากที่สุดประมาณเกือบ 7,000 แห่งทั่วประเทศ

ระหว่างปี 2539 - 2540 ได้มีการสำรวจความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์ที่เป็นมูลฝอยของสมาชิกองค์การ บริหารส่วนตำบล (อบต.) ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งในเขตปริมณฑล และใกล้ชิดกับ กรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 83 องค์การบริหารส่วนตำบลที่จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2537 และ พ.ศ. 2538 เครื่อง มือที่ใช้สำรวจ คือแบบทดสอบ โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนทางด้านความรู้ไว้ที่ 50 เปอร์เซนต์ของความรู้อย่างหมด ที่ทดสอบ ผลการสำรวจจากสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลดังกล่าวทั้งสิ้น 290 คน ตอบแบบทดสอบได้ คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดถึงร้อยละ 52.3 (กรรช อนุชา, 2540, 57) ซึ่งหมายความว่า มีความรู้เกี่ยวกับวัสดุ

ที่เป็นมูลฝอยในชุมชนสำหรับการคัดแยกประเภทว่า มูลฝอยทั้งหลายที่เกิดขึ้นนั้นมีคนที่พอรู้เรื่องที่จะจัดประเภท มูลฝอยก่อนจะแยกทิ้ง หรือนำไปกำจัด การนำกลับไปใช้ใหม่ หรือนำไปสู่กระบวนการผลิตใหม่ยังอยู่ระดับค่อนข้างต่ำ ประมาณครึ่งต่อครึ่งเท่านั้น

สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอีกรูปแบบหนึ่งที่สำคัญ คือเทศบาล ซึ่งมีทั้งเทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล ซึ่งเทศบาลตำบลในปัจจุบันได้ยกระดับจากสุขาภิบาลเดิมมาเป็นเทศบาลตำบลทั้งหมดทั้งประเทศ และเป็นชุมชนในลักษณะที่เป็นชุมชนเมืองซึ่งแตกต่างจากองค์การบริหารส่วนตำบล ที่เป็นชุมชนชนบทเป็นส่วนใหญ่ ได้มีการศึกษาสำรวจความรู้ทางด้านประเภทและชนิดของมูลฝอยในครัวเรือนในเขตเทศบาลเมืองสระบุรี ระหว่างปี 2542 - 2543 โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นโรงเรียนสังกัดเทศบาลจากการคัดเลือกโรงเรียนที่สังกัดเทศบาลเมืองชลบุรีทั้งหมด 5 โรงเรียน ได้เลือกโรงเรียนเป็นกรณีศึกษา คือโรงเรียนเทศบาลอินทรปัญญา (วัดใหญ่อินทาราม) ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมากที่สุดและตั้งอยู่ในเขตชุมชนที่เป็นชุมชนดั้งเดิมของเทศบาลเมืองชลบุรี มีนักเรียนรวมทั้งโรงเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,045 คน (ปีการศึกษา 2542) ซึ่งการศึกษาสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อวิเคราะห์ความรู้ด้านการคัดแยกมูลฝอยที่สามารถนำมาขายได้ 4 ประเภท คือ มูลฝอยที่เป็นวัสดุประเภทแก้ว กระดาษ พลาสติก และโลหะ ผลการทดสอบความรู้การแยกประเภทมูลฝอยที่ขายได้จากจำนวนนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 136 คน (ชาย 72 คน หญิง 64 คน) มีนักเรียนที่สามารถตอบแบบทดสอบความรู้การแยกประเภทมูลฝอยในครัวเรือนได้ถูกต้องค่อนข้างต่ำเพียงร้อยละ 21.54 เท่านั้น (สุภาณี ธงไชย, 2543, 101)

เทศบาลเมืองพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอีกแห่งหนึ่งที่ได้มีโครงการคัดแยกมูลฝอยและการนำกลับมาใช้ใหม่ และได้มีการศึกษาผลการดำเนินงานโครงการทางด้านการประเมินความรู้อัตนคติ และพฤติกรรมในการคัดแยกมูลฝอยเพื่อการนำกลับมาแปรรูปใช้ใหม่ของประชาชนในพื้นที่โครงการ

จากการประเมินผลการดำเนินโครงการดังกล่าว ทางด้านความรู้การแยกมูลฝอยของประชาชนในพื้นที่โครงการจำนวน 248 คน ปรากฏว่ามีความรู้ปานกลาง (มัญชรินทร์ วิรัชวงศ์, 2542, 3)

การศึกษาและสำรวจความรู้ทางด้านการคัดแยกมูลฝอยในสถานศึกษาระดับมัธยมปลายสาขาศีพ (ปวช.) ของสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษา ซึ่งตั้งอยู่ในเขตองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น คือเทศบาลเมืองกาญจนบุรี จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา 240 คน ของนักเรียนวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี พบว่านักเรียนเหล่านั้นมีความรู้เกี่ยวกับมูลฝอยและการคัดแยกอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำคือได้คะแนนเฉลี่ย 5.42 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมดที่ทดสอบ 14 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ จะมีความรู้เฉลี่ยเพียงร้อยละ 38.71 เท่านั้น (มยุรี คงด้วง, 2542)

ชลริชา ตั้งอัน (2534 : 125) ได้ศึกษาเรื่อง “ความรู้ ความเชื่อ และการปฏิบัติของแม่บ้านในการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล : ศึกษากรณีครัวเรือนริมคลองแสนแสบ” พบว่าแม่บ้านที่มีความถนัดในการรับฟังข่าวสารความรู้ทุกวันมีการปฏิบัติที่ถูกต้องมากกว่ากลุ่มอื่น รองลงมาได้แก่แม่บ้านที่มีความถนัดในการรับฟังข่าวสาร 2

สัปดาห์ต่อครั้ง เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าความถี่ในการได้รับฟังข่าวสารความรู้ก่อให้เกิดความแตกต่างกันในเรื่องการปฏิบัติในการกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิภาเพ็ญ เจียรสกุล (2536 : 107) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “พฤติกรรมการจัดการมูลฝอยของประชาชนในเขตพื้นที่ชั้นกลางของกรุงเทพมหานคร” พบว่าประชาชนที่มีการรับรู้ข่าวสารสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมูลฝอยมากมีพฤติกรรมจัดการมูลฝอยในครัวเรือนดีกว่าผู้ที่มีการรับรู้ข่าวสารน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากข้อมูลข้างต้นทำให้เกิดแนวคิดว่าการรับรู้ข่าวสารการคัดแยกมูลฝอยเพื่อการนำกลับมาแปรรูปใช้ใหม่เป็นตัวแปรสำคัญที่จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมคัดแยกมูลฝอยเพื่อการนำกลับมาแปรรูปใช้ใหม่ ผลคือ ผู้ที่มีการรับรู้ข่าวสารมากมีพฤติกรรมคัดแยกมูลฝอยที่ดีกว่าผู้ที่มีการรับรู้ข่าวสารน้อย

อุมาตี ธนผลผดุงกุล (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยของผู้ที่อาศัยในอาคารชุด กรณีศึกษาอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานคร” พบว่า ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่มีอายุมากกว่ามีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว มีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่าผู้ที่มีอาชีพอื่น ๆ ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่มีระดับการศึกษาสูงกว่ามีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่มีจำนวนสมาชิกที่อยู่อาศัยมากกว่ามีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่า ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่พบปัญหาเนื่องจากขยะมูลฝอยมีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่าผู้ที่ไม่พบปัญหา ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดที่มีความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอยมากกว่ามีการยอมรับการแยกประเภทมูลฝอยมากกว่า

นริศ ไควสุภัทร (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการยอมรับแนวทางการลดปริมาณมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองปทุมธานี โดยการคัดแยกประเภทมูลฝอยเพื่อแปรรูปนำกลับมาใช้ประโยชน์พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 68 ยอมรับการคัดแยกมูลฝอย ๆ ส่วนที่เหลือร้อยละ 32 เป็นผู้ไม่ยอมรับการคัดแยกมูลฝอยโดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นควรให้เทศบาลเมืองปทุมธานีจัดตั้งรองรับการคัดแยกมูลฝอยไว้ 3 ประเภท คือ ดังสี เหลือง ใส กระดาษ พลาสติก ดังสี ฟ้า โลหะ แก้ว และดังสี เขียว ใส มูลฝอยทั่วไป โดยให้องค์กรต่าง ๆ เช่น โรงเรียน สถาน ที่ราชการ ห้างสรรพสินค้า ฯลฯ เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น และควรจะมีผลตอบแทนกลับคืนในรูปของวัสดุแปรรูปแจกให้ทุกครัวเรือน เช่น ถุงคัดแยกมูลฝอย เป็นต้น

2. สื่อเพื่อการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับมูลฝอย

2.1 เทปวิดีโอทัศน์

ในปี พ.ศ. 2538 ได้มีการสร้างสื่อวิดีโอทัศน์สำหรับการถ่ายทอดความรู้และการคัดแยกขยะในครัวเรือนความยาวของสื่อประมาณ 15 นาที ได้ทำการทดลองใช้กับประชาชนในหมู่บ้าน เขตชนบท คือบ้านแม่ทะหลวง หมู่ 1 ตำบลแม่ทะ อำเภอมะเทข จังหวัดลำปาง จำนวน 30 คน ซึ่งได้ทำการสุ่มกลุ่มประชากรตัวอย่าง

โดยมีเกณฑ์การสุ่มเฉพาะผู้ที่มีภูมิลำเนาถาวรในพื้นที่ และมีระดับความรู้พื้นฐานไม่เกินมัธยมศึกษาตอนต้น และกำหนดจำนวนเท่ากับห้องเรียนปกติทั่วไป คือ 30 คน โดยการตรวจสอบรายชื่อจากผู้นำชุมชน คัดเลือกแบบสมัครใจและอยู่ในเกณฑ์หลักๆ 4 ประการ คือ ต้องมีภูมิลำเนาถาวรในพื้นที่ที่ทำการทดลอง ความรู้พื้นฐานไม่เกินมัธยมศึกษาตอนต้น มีความสมัครใจและเวลาที่จะให้ทำการทดสอบ ดังนี้ จึงได้กลุ่มตัวอย่างเป็นชาย 12 คน และหญิงจำนวน 18 คน มีอายุตั้งแต่ 21-70 ปี สื่อวิทัศน์ดังกล่าว เป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียงเนื้อเรื่อง เป็นการสาธิตให้รู้จักประเภทขยะในครัวเรือน รวมทั้งการแยกประเภทมูลฝอยในครัวเรือน และวิธีการกำจัดสิ่งปฏิกูล และการจัดการมูลฝอยที่ขายได้ และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทั้งนี้ได้มีการสร้างแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังชมเทปวิทัศน์พร้อมกับการประเมินเจตคติที่มีต่อวิทัศน์

การทดลองได้ทำการสอบความรู้กับกลุ่มตัวอย่างก่อนชมวิทัศน์ 3 วัน ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังชมวิทัศน์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างค่าเฉลี่ยความรู้จากแบบทดสอบหลังจากได้รับเทปวิทัศน์ถึง 7.74 คะแนน ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนชุดทดสอบหลังการดูเทปวิทัศน์ น้อยกว่าค่าเดียวกันของคะแนนชุดทดสอบก่อนดูเทปวิทัศน์ถึง 1.646 และผลการทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ t-test กับค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองชุด พบว่า ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า t ในตาราง ซึ่งทั้งสามค่าดังกล่าวสามารถยืนยันผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นระดับชาวบ้านในชนบทที่เพิ่มขึ้นหลังการได้รับความรู้ระดับ 0.05 ผลการประเมินเจตคติของประชาชนชนบทจากกลุ่มตัวอย่างกันที่มีต่อสื่อเทปวิทัศน์ โดยใช้แบบประเมินเจตคติของลิเกิร์ต ซึ่งผลประเมินดังกล่าวกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นด้วยต่อเนื้อหา รูปแบบของการนำเสนอเป็นส่วนมาก ซึ่งหมายความว่าเทปวิทัศน์ที่สร้างขึ้นมาชุดนี้เป็นที่ยอมรับและมีเจตคติในทางที่ดี (สมิง จงกลกิจ, 2538, 80-81)

2.2 สื่อเอกสารเย็บเล่ม ภาพโปสเตอร์ และผังรองรับขยะ

ปี 2537 ได้มีการทำการศึกษาทดลองการใช้สื่อผสมเพื่อการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยจากครัวเรือนโดยทำการศึกษาและทดลองครัวเรือนที่อยู่ในเขตการปกครองของตำบลท่าข้าม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นครัวเรือนที่ใช้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยของชุมชน ซึ่งมีจำนวนครัวเรือนจำนวน 223 ครัวเรือน โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน และเลือกเฉพาะครัวเรือนที่ใช้บริการรถเก็บขนมูลฝอยของชุมชนเท่านั้น เป็นครัวเรือนที่อยู่อาศัยปกติ (ไม่เป็นร้านค้าหรือประกอบกิจการที่มีพนักงานหรือลูกจ้างอาศัยอยู่ด้วย) เป็นครัวเรือนมีบ้านเป็นของตนเอง (ไม่อยู่ลักษณะเช่า) เป็นครัวเรือนอยู่อาศัยที่มีถังขยะรองรับขยะมูลฝอยของครัวเรือนการขนถ่ายขยะมูลฝอยไปยังรถเก็บขนขยะมูลฝอยของชุมชนอย่างน้อยครัวเรือนละ 1 ถัง (ไม่ใช่ถังขยะของชุมชนเป็นที่ทิ้งขยะ)

จากการกำหนดลักษณะของครัวเรือนดังกล่าวสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงออกมาเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 ครัวเรือนและนำมาจับฉลากแยกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ไม่ได้รับแจกสื่อหรือเอกสารใดๆ

กลุ่มที่ 2 ได้รับแจกเอกสารเย็บเล่มแนะนำการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย ครัวเรือนละ 1 เล่ม

กลุ่มที่ 3 ได้รับการแจกเอกสารเย็บเล่ม 1 เล่ม และตั้งรอรับขยะเพื่อใช้แยกจากรับขยะอีก 1 ถัง
รวมเป็น 2 ถัง สำหรับขยะเปียกและมูลฝอย (ขยะแห้ง)

ภายในชุมชนได้ติดโปสเตอร์ขนาด 55 x 80 เซนติเมตร ทั่วบริเวณชุมชน ที่สามารถเห็นโปสเตอร์ได้
ทั่วกันตามจุดต่าง ๆ ส่วนเอกสารเย็บเล่มขนาด 16 หน้าก (15 x 12 เซนติเมตร) จำนวน 8 หน้า เป็นภาพถ่าย
เส้นพิมพ์ 2 สี ออกแบบและจัดทำโดยผู้วิจัย

ผลการจับฉลากการสุ่มตัวอย่างได้ตัวอย่าง 61 ครีวเรือน จากครัวเรือน หมู่ที่ 5 ได้ 21 หมู่ที่ 3 และ
หมู่ที่ 4 ได้ 19 และหมู่ที่ 1 และหมู่ที่ 2 ได้ 21 ครีวเรือนตามลำดับ

การทดลองโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำหนักและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในครัวเรือน โดยแต่ละ
ครัวเรือนตัวอย่างจะมีถังขยะรอรับขยะมูลฝอย 2 ถัง เก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดย
แยกเป็นขยะมูลฝอยที่สามารถใช้ประโยชน์ได้กับขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีก

ผลการศึกษาทดลองการใช้สื่อผสมดังกล่าว โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้เห็นสื่อภาพ
โปสเตอร์อย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ได้เห็นสื่อภาพโปสเตอร์และเอกสารแนะนำการแยกขยะเย็บเล่ม และกลุ่มที่ 3 ได้
เห็นสื่อภาพโปสเตอร์ และได้รับแจกเอกสารเย็บเล่ม และตั้งรอรับขยะมูลฝอยปรากฏว่า ครัวเรือนตัวอย่างที่ได้
เห็นสื่อภาพโปสเตอร์ เอกสารเย็บเล่ม และครัวเรือนที่ได้รับสื่อครบทั้ง 3 ชนิด มีการเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณ
และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง โดยปริมาณขยะมูลฝอยที่ทิ้งไปสู่
ระบบเก็บขนมูลฝอยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับทราบและพบเห็นสื่อภาพโปสเตอร์
อย่างเดียว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งแสดงว่าการใช้สื่อช่วยให้มีการแยกขยะมูลฝอย
ในครัวเรือนเพิ่มขึ้น ดังเห็นการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่ 1 (ได้รับทราบและเห็นภาพโปสเตอร์อย่างเดียว) ยังคงทิ้ง
ขยะเหมือนเดิมถึงร้อยละ 80.95 มีการแยกประเภทเพิ่มเติมเพียง ร้อยละ 14.29 ส่วนกลุ่มที่ 2 มีการแยก
ประเภทเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.42 ส่วนกลุ่มที่ 3 ร้อยละ 57.14 ตามลำดับ (สมชาย สหนิบุตร , 2537 , 104)

2.3 สื่อรูปแบบหนังสือภาพ “การ์ตูน”

ในปี 2542 ได้มีการศึกษาสร้างทดลองใช้หนังสือคู่มือ เรื่อง การคัดแยกขยะภายในครัวเรือนเป็นแบบ
ภาพการ์ตูนลายเส้นพิมพ์ 4 สี ประกอบด้วยตัวอักษรบรรยายเป็นร้อยกรอง โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนมัธยม
ศึกษาตอนต้น และเลือกโรงเรียนวัดไร่จิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 16 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 745 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบ
หลายขั้นตอน โดยกำหนดเกณฑ์คัดเลือกเฉพาะนักเรียนที่มีภูมิสำเนาแบบถาวรในเขตอำเภอสามพรานได้ 635
คน กำหนดกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 40 คน ให้มีขนาดจำนวนนักเรียนใกล้เคียงให้กับห้องเรียนปกติ
และแบ่งเป็นเพศชายและหญิงกลุ่มละเท่า ๆ กัน คือ กลุ่มละ 20 คน ใน 4 กลุ่มทดลอง การทดลองเป็นแบบ 4
กลุ่ม โซโลมอน (Solomon four Group Design)

ผลการศึกษาพบว่าสมาชิกของครอบครัวกลุ่มตัวอย่างมีสมาชิกในครัวเรือน 2-4 คน ถึงร้อยละ 70 และร้อยละ 30 มีสมาชิกตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป แสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในปัจจุบันอยู่ในครอบครัวขนาดเล็กซึ่งมีสมาชิกได้แก่ บิดา มารดา และบุตร ลักษณะบ้านพักอาศัยเป็นลักษณะทาวน์เฮาส์มากที่สุดถึงร้อยละ 38.78 บ้านเดี่ยวชั้นเดียวร้อยละ 31.87 บ้านเดี่ยวสองชั้นร้อยละ 23.87 ส่วนอาคารพาณิชย์มีเพียงร้อยละ 6.25 ตามลำดับ

ผลการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์การทดลองในครัวเรือนประกอบภาพการดู เรื่องการคัดแยกขยะภายในครัวเรือนของกลุ่มนักเรียน ได้นำผลสัมฤทธิ์เปรียบเทียบของกลุ่มทดลองใช้คู่มือประกอบภาพการดู กับกลุ่มควบคุม มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 แสดงว่าคู่มือที่เป็นรูปแบบประกอบภาพการดูดังกล่าว สามารถถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องการคัดแยกขยะในครัวเรือนได้ดีการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังจากที่ทำหนังสือคู่มือแล้ว ปรากฏว่านักเรียนสนใจ และพึงพอใจในการที่จะเลือกอ่านหนังสือการดูมาก ซึ่งผลอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ส่วนการประเมินเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการคัดแยกขยะภายในครัวเรือน ผลสรุปแสดงว่านักเรียน มีเจตคติในการคัดแยกขยะในบ้านดีขึ้นมองเห็นความสำคัญ และพร้อมที่จะช่วยกันแก้ปัญหาเรื่องขยะในสังคมให้ดีขึ้นจากเดิม นักเรียนมีความตระหนักในเรื่องของพิษภัยและโทษที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (อรณิข เกียรติอุบลไพบูลย์, 2542)

3. การจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

3.1 เขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี

ปี พ.ศ. 2537 ได้มีการวิจัยการจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาล 3 แห่ง ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี คือ เทศบาลเมืองนนทบุรี เทศบาลเมืองบางบัวทอง และเทศบาลตำบลปากเกร็ด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพด้านการจัดการจัดการมูลฝอย การขนส่ง และการกำจัดมูลฝอยในเขตเทศบาลทั้ง 3 เทศบาล ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะมูลฝอยในเขตเทศบาลทั้ง 3 แห่ง ของจังหวัดนนทบุรีส่วนใหญ่ประกอบด้วย เศษอาหารร้อยละ 48.40 พลาสติกร้อยละ 24.00 เศษไม้ร้อยละ 6.40 เศษกระดาษร้อยละ 5.60 ของเสียอันตรายจากครัวเรือนร้อยละ 0.03 และอื่น ๆ ร้อยละ 20.90 ค่าความหนาแน่นของมูลฝอย 330 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้เท่ากับ 2,006 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

ในปี พ.ศ. 2536 ปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองนนทบุรีวันละ 233 ตัน เทศบาลเมืองบางบัวทองวันละ 20 ตัน และเทศบาลตำบลปากเกร็ดวันละ 79 ตัน และคาดว่าอีก 15 ปีข้างหน้าในปี พ.ศ. 2551 จะมีมูลฝอยเกิดขึ้นเป็นวันละ 427 ตัน 39 ตัน และ 193 ตัน ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้แต่ละเทศบาลดำเนินการเก็บรวบรวม การเก็บขน และต้องจัดเตรียมภาชนะรองรับมูลฝอยที่มีความจุขนาด 200 ลิตร ให้มีจำนวนที่สามารถรองรับมูลฝอยได้ร้อยละ 20 ของมูลฝอยที่ต้องเก็บขนในแต่ละวัน และกำหนดให้อายุการใช้งานของรถยนต์เก็บขนมูลฝอยไม่เกิน 10 ปี ในปี

พ.ศ. 2536 เทศบาลเมืองนนทบุรีมีรถยนต์เก็บขนมูลฝอยจำนวน 54 คัน และสามารถใช้งานได้ถึงปี 2545 เทศบาลเมืองบางบัวทอง มีรถยนต์เก็บขนมูลฝอยจำนวน 4 คัน ใช้งานได้ถึงปี พ.ศ. 2550 และเทศบาลตำบลปากเกร็ดมีรถยนต์เก็บขนมูลฝอยจำนวน 24 คัน ใช้งานได้ถึงปี พ.ศ. 2546

เมื่อถึงปี 2551 พบว่าเทศบาลเมืองนนทบุรีมีความต้องการรถยนต์เก็บขนมูลฝอยจะเพิ่มขึ้น 67 คัน เทศบาลเมืองบางบัวทอง 5 คัน และเทศบาลตำบลปากเกร็ดจำนวน 33 คัน ตามลำดับ

ระบบการขนส่งมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยได้เสนอให้จัดสร้างสถานีขนถ่ายมูลฝอย เพื่อลดระยะเวลาที่จะต้องใช้ในการขนส่งโดยตรงไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยแล้วนำรถยนต์เก็บขนมูลฝอยมาเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนมูลฝอยของรถยนต์แต่ละคัน เพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าสึกหรอของรถยนต์โดยคาดว่าค่าใช้จ่ายในการสร้างสถานีขนถ่ายมูลฝอยประมาณ 34.5 ล้านบาท

การกำจัดมูลฝอยพบว่า ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เป็นระบบที่มีค่าดำเนินการต่ำที่สุด หากใช้ระบบฝังกลบดังกล่าวคาดว่าจะต้องใช้พื้นที่ไม่น้อยกว่า 307 ไร่ และต้องจัดเตรียมงบประมาณการก่อสร้างระบบฝังกลบมูลฝอยประมาณ 182 ล้านบาท ในกรณีที่ทั้ง 3 เทศบาลในเขตนนทบุรีใช้ระบบฝังกลบมูลฝอยร่วมกันเป็นศูนย์กลางกำจัดมูลฝอย (ไพศาล ผดุงศิริกุล, 2537, บทคัดย่อ)

3.2 เทศบาลนครราชสีมา

ในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการศึกษาระบบแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยส่วนแผนพัฒนาท้องถิ่น กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลประชากรในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมา 37.5 ตารางกิโลเมตร ฐานจำนวนประชากรปี 2538 มีจำนวน 190,762 คน และได้คาดการณ์จำนวนประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2538-2557 (20 ปี) โดยใช้อัตราเพิ่มของประชากรเฉลี่ยร้อยละ 1 ต่อปี โดยในปีที่ 20 คือ พ.ศ. 2557 จะมีประชากรประมาณ 251,620 คน ผลการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย ในปี พ.ศ. 2557 จะมีมูลฝอยวันละ 453 ตันต่อวัน หรือ 165,310 ตันต่อปี โดยคาดการณ์จากข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษา สํารวจในปี พ.ศ. 2538 ปริมาณมูลฝอยวันละ 248 ตันต่อวัน หรือ 90,460 ตันต่อปี

ผลการศึกษาได้เสนอแนวทางการจัดการระบบแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ไว้ 3 แนวทางได้แก่ แนวทางการรณรงค์ประชาสัมพันธ์และการพัฒนาองค์การให้มีการแยกขยะมูลฝอย ประกอบด้วย (1) การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเข้าไปมีส่วนร่วมในการคัดแยกมูลฝอย (2) มาตรการสร้างแรงจูงใจ (3) ข้อพิจารณาในการใช้มาตรการทางกฎหมายควบคู่ไปกับการพัฒนาส่งเสริมองค์กรและกลไกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดแยกมูลฝอย (ส่วนแผนพัฒนาท้องถิ่น กรมการปกครอง 2539, รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร)

3.3 เทศบาลเมืองชลบุรี

ปี พ.ศ. 2542 ได้มีการวิจัยระบบการจัดการที่เหมาะสมในการขนส่งมูลฝอยของเทศบาลเมืองชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของระบบการจัดการขนส่งมูลฝอย จากเขตเทศ

บาลเมืองชลบุรีไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบที่ตำบลหนองเหียง อำเภอนันทนิกม จังหวัดชลบุรี ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ 3 เส้นทาง โดยเส้นทางที่ 1 และเส้นทางที่ 2 เป็นการขนส่งโดยตรงของรถเก็บขนมูลฝอยจำนวน 18 คัน มีระยะทาง 37 และ 56 กิโลเมตรตามลำดับ ส่วนเส้นทางที่ 3 เป็นการขนส่งโดยผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอยที่ตำบลหนองรี อำเภอมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีระยะทางจากเทศบาลไปยังสถานีขนถ่ายมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย 66 กิโลเมตร

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของระบบการขนส่งมูลฝอย พบว่า การขนส่งโดยวิธีการผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอยซึ่งได้รถบรรทุกขนาดใหญ่เชมิเทรเลอร์ขนาดบรรจุของกระบะบรรจุ 41.25 ลูกบาศก์เมตร มีความเหมาะสมกว่าการขนส่งโดยวิธีตรง โดยมีค่าใช้จ่ายการจัดการขนส่งในเส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3 (ผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอย) เป็นเงิน 47,980,873 บาท 55,494,878 บาท และ 38,841,083 บาท ตามลำดับ (มูลค่าปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2541) ทั้งนี้เป็นการขนส่งมูลฝอยในการกำหนดระยะเวลาของโครงการ 12 ปี ตั้งแต่ปี 2542-2553 คิดเป็นค่าขนส่งต่อหน่วยในเส้นทางที่ 1 เส้นทางที่ 2 และเส้นทางที่ 3 เป็นเงิน 176.40 บาท/ตัน 204.03 บาท/ตัน และ 153.97 บาท/ตัน ตามลำดับ เนื่องจากความแตกต่างของขนาดบรรทุกและระยะทาง (สมชาย พานิชโยทัย, 2542, บทคัดย่อ)

4. วิจัยรณัผล

4.1 ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นมูลฝอย

จากการทบทวนผลงานวิจัยเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางด้านวัตถุที่เป็นมูลฝอยซึ่งมีหลากหลายชนิดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคและอุปโภค พบว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำทุกระดับ ทั้งระดับประชาชนทั่วไป ผู้นำชุมชน และเยาวชน

ความรู้พื้นฐานทางด้านวัตถุจะเป็นรากฐานสำคัญต่อการให้ความรู้ แนวทางการจัดการมูลฝอยทั้งระดับครัวเรือน และชุมชนสำหรับการจัดหมวดหมู่ ประเภท และชนิดของมูลฝอย ตามคุณลักษณะของวัตถุเหล่านั้นหากไม่มีความรู้ด้านนี้แล้ว จึงเป็นการยากที่จะสนับสนุน ส่งเสริมให้มีการคัดแยกประเภท ชนิดของมูลฝอยทุกระดับ

นอกจากนี้ยังมึต่อการสนับสนุนส่งเสริมให้มีการนำมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Reused) นำไปผลิตใหม่ (Recycle) ตลอดจนการแปรสภาพและการกำจัดมูลฝอยเหล่านั้นได้อย่างถูกวิธี และเป็นพื้นฐานให้เลือกใช้และพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการบริหารจัดการมูลฝอยได้อย่างถูกต้อง และสอดคล้องกับลักษณะทางวัตถุที่เป็นมูลฝอยเหล่านั้น

4.2 สื่อสำหรับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับมูลฝอย

สื่อ นับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งต่อการสื่อความหมาย การถ่ายทอดความรู้ทางด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นมูลฝอย การบริหารจัดการทุกระดับความรู้ และความตระหนักต่อปัญหามูลฝอย การใช้ประโยชน์จากมูลฝอยได้อย่างคุ้มค่า อย่างถูกต้อง และการกำจัดอย่างเหมาะสม

รูปแบบของสื่อที่ได้จากการทบทวนงานวิจัย พบว่า ระดับเยาวชน หนังสือหรือเอกสารประกอบภาพ การตูนพิมพ์ด้วยสีมากกว่า 2 สี เป็นที่สนใจและมีผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างสูง เป็นที่น่าสังเกตว่าการตูนไม่ว่าเป็นรูปแบบใด เป็นที่นิยมและนำมาใช้สำหรับการถ่ายทอดความรู้ ความคิด งานโฆษณาอย่างกว้างขวางและเป็นสื่อสากลที่เข้าได้กับทุกเพศ ทุกวัย ตลอดจนการตูนยังเป็นสื่อที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไป ส่วนภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียงในรูปแบบของเทปวีดิทัศน์ก็เป็นสื่ออีกประเภทหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงเช่นเดียวกัน แต่กระบวนการผลิตและต้นทุนสูงกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ ทำนองเดียวกันกับการผลิตรายการโทรทัศน์ และเป็นสื่อที่ใช้ได้กับทุกเพศทุกวัย ส่วนแผ่นภาพโฆษณาหรือแผ่นโปสเตอร์ ก็ยังมีความจำเป็นสำหรับการถ่ายทอดความรู้ในประเด็นหลัก ๆ เหมือนโฆษณาสินค้าที่เน้นเฉพาะจุดเด่นในเรื่องนั้น ๆ มีราคาค่อนข้างต่ำกว่าสื่ออื่น ๆ แต่รายละเอียดสาระสำคัญของเนื้อหาจะน้อยกว่าสื่ออื่น ๆ

4.3 การจัดการมูลฝอยชุมชนในเขตเมือง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ระดับเทศบาลเมืองและเทศบาลตำบล ในเขตปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร คือ จังหวัดนนทบุรี และต่างจังหวัดคือ เทศบาลเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี และการขนส่ง ตลอดจนพาหนะการเก็บขนและการขนส่งมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัด

ดังรองรับมูลฝอยที่ใช้ในชุมชนมีหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่แ่งไม้ไผ่ ถังชนิดและรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนกระทั่งถังบรรจุน้ำมันหรือรู้จักกันโดยทั่วไปว่า “ถังน้ำมัน 200 ลิตร” จากถังรองรับมูลฝอยจะถูกรวบรวมโดยรถเก็บขนของเทศบาล จากนั้นเมื่อเต็มคันรถบรรทุกก็จะวิ่งไปทิ้ง ณ สถานที่กำจัด ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะใช้วิธีการฝังกลบ แต่เมื่อชุมชนและการจราจรในเขตเมืองมีความหนาแน่น และความคับคั่งเพิ่มมากขึ้น การเก็บรวบรวมการเก็บขน และการขนส่งมูลฝอย เกิดความล่าช้าและเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินงานเพิ่มขึ้น จึงได้มีการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาดังกล่าว องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้ง 2 จังหวัดดังกล่าว มีแนวโน้มที่จะจัดตั้งหรือจัดหาระบบที่เรียกว่า “สถานีขนถ่ายมูลฝอย” เกิดขึ้นซึ่งหมายความว่า การเก็บรวบรวมและการเก็บขนจากครัวเรือนในชุมชนโดยระบบเดิม ขนส่งมารวมไว้ ณ สถานีขนถ่ายเมื่อได้จำนวนเพียงพอกับรถยนต์เพิ่มจำนวนรอบ หรือความถี่ในการเก็บรวบรวมและเก็บขนได้มากขึ้น ลดระยะทางและเวลา ในทำนองเดียวกัน การขนส่งโดยรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ คราวละมาก ๆ จากสถานีขนถ่ายไปยังสถานที่กำจัด ก็ลดเวลาและจำนวนรอบการขนส่งในแต่ละวันมากขึ้น นับว่าเป็นผลงานศึกษาวิจัยที่ได้พยายามเสนอแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการเก็บรวบรวม เก็บขนและขนส่งมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดในเขตเทศบาลไปยังสถานที่กำจัดอีกแนวทางหนึ่งในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา

การจัดการมูลฝอยหรือกล่าวรวม ๆ ก็คือขยะมูลฝอยซึ่งจะรวมทั้งขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะอันตราย สรรพสิ่งทั้งหลายที่เลิกใช้ หรือไม่ใช้ เป็นขยะมูลฝอยทั้งหมดในประเทศไทย การจัดการขยะมูลฝอยมุ่งเน้น และแสวงหาเทคโนโลยีและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ต้องการกำจัดขยะให้หมดไปมีเพียง 3 วิธีการเท่านั้น คือ (1) ขยะอินทรีย์นำไปทำปุ๋ยหมัก (Composting) (2) การฝังกลบ (Landfill) (3) การเผา (Incineration) ซึ่งทั้ง 3 วิธี ส่วนมากมีผลกระทบตามมา ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางด้านต่าง ๆ เช่น กลิ่นอันไม่พึงประสงค์มลพิษทาง น้ำ อากาศเสีย เขม่าและควัน สุขภาพอนามัยของประชาชน ซึ่งเป็นการจัดการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ นั่นคือ ประชาชนและผู้ทิ้งขยะต่างก็มีพฤติกรรมทิ้งขยะตามความเคยชินเช่นเดิม ปัญหาการบริโภคที่เพิ่มขึ้นและถึง สิ่งที่ไม่ต้องการบริโภคแล้วให้เป็นขยะ หรือมูลฝอยนั้น เป็นสิ่งที่ทุก ๆ คนทั่วโลกต่างก็ประพฤติปฏิบัติเหมือน ๆ กัน ดังปัญหาการเพิ่มปริมาณของมูลฝอยจึงมีทุกแห่งในโลก รวมทั้งประเทศไทย ด้วยเหตุนี้ “ระบบบริหารจัดการ” ที่จะนำมาใช้เพื่อลดปัญหาหรือบรรเทาปัญหาให้น้อยลงไปให้มากที่สุด จนกระทั่งไม่มีปัญหาอีกต่อไป จึงเป็นความหวังที่ทำทลายความสามารถของสมาชิกในสังคมทุกคน ทุกระดับ ตั้งแต่ระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และระดับชาติ

5. แนวทางการวิจัยและพัฒนามาตรการจัดการมูลฝอยจากปัจจุบันสู่ออนาคต

5.1 แนวคิดสำหรับพัฒนาระบบการบริหารจัดการเพื่อการลดปริมาณมูลฝอย

ปัญหามูลฝอยเป็นปัญหาที่มีองค์ประกอบหลายด้านทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ สังคม ประเพณี วัฒนธรรม ทศนคติ ความคิดเห็น ความเชื่อ กฎหมาย กฎระเบียบข้อบังคับ นโยบายแห่งรัฐ องค์การท้องถิ่น และ ฯลฯ กล่าวอย่างรวม ๆ ก็คือ เป็นสหสัมพันธ์ปัญหา (Interdisciplinary Problem) ดังนั้นการแก้ปัญหา ลดปัญหา จัดการให้ปัญหามูลฝอยเหลือน้อยที่สุด หรือไม่มีปัญหานั้น ดังนั้น การศึกษา วิจัยและพัฒนาควรเน้นไปที่การลดปริมาณมูลฝอย โดยพยายามนำกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด ทั้งนี้ต้องมีแนวคิดที่มีวิสัยทัศน์ให้มูลฝอยก็คือ ทรัพยากรที่มีประโยชน์ที่มองข้าม นั่นเอง ได้แก่แนวคิด (concepts) ดังนี้ (1) การลดจำนวนมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด (Reduce) ซึ่งมีหลายวิธีที่จะดำเนินการได้ ตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมแต่ละท้องถิ่น (2) การนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ (Reuse) ซึ่งสามารถทำได้ทั้งระบบหลายรูปแบบ ทั้งใช้ซ้ำในครัวเรือน ในธุรกิจอุตสาหกรรม หรือนำไปใช้ซ้ำในธุรกิจ อุตสาหกรรมครอบครัวอื่น ๆ ซึ่งมีกรณีตัวอย่าง การนำผลิตภัณฑ์ใช้แล้วนำกลับไปใช้ใหม่ เช่นอุตสาหกรรมเครื่อง คั๊มป์ประเภทน้ำอัดลม อุตสาหกรรมน้ำปลา ที่นำขวดบรรจุใช้แล้วไปบรรจุน้ำปลา ฯลฯ เป็นต้น (3) การนำไปใช้ใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงสถานะ (Recycle) มีตัวอย่างกระบวนการนำมูลฝอยไปใช้ใหม่หลายประเภทที่จัดเป็น วัสดุคืบในกระบวนการผลิต ในธุรกิจอุตสาหกรรมที่นำไปใช้ใหม่ เช่นกระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ ยาง ฯลฯ เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของมูลฝอยให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเฉพาะในประเทศไทย มีกรณีตัวอย่าง ให้ศึกษา วิจัย และพัฒนาได้อีกมาก โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีและการจัดการ (4) การปฏิเสธการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่กำจัดยาก (Reject) กรณีการไม่ยอมรับ หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลให้การจัดการกำจัด นำ

กลับไปใช้ซ้ำ หรือนำกลับไปใช้เป็นวัสดุเพื่อผลิตอีกครั้ง ต้องใช้กระบวนการหลายขั้นตอนสมควรที่จะได้มีการศึกษา วิจัย และพัฒนาให้ความรู้แก่ประชาชน องค์กร หรือกระทั่งระดับนโยบายแห่งรัฐอย่างกว้างขวาง ที่จะทำให้รู้ว่า ผลิตภัณฑ์ชนิดไหนควรปฏิเสธ (5) การยอมรับที่ปฏิบัติตามมาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดปัญหา มูลฝอย (Response) ความเคยชินในวิถีชีวิตที่ว่า ทำอะไรตามใจ คือไทยแท้ เป็นคำที่คุ้นเคยสำหรับวิถีชีวิตของชาวไทยมาแต่ดั้งเดิม เป็นวิถีชีวิตแบบเกษตรกรรมท่ามกลางความสะดวกสบาย ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมาหลายชั่วอายุคน การดำรงชีพบนพื้นฐานของสวัสดิการธรรมชาติ (Natural Welfare) อย่างอุดมสมบูรณ์จึงไม่มีความฉุนเฉียวยอมรับกฎระเบียบ ข้อบังคับ ที่สลับซับซ้อนหลายขั้นตอน เหมือนวัฒนธรรมของประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศอุตสาหกรรมทั้งหลาย ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่เริ่มต้นของปัญหามูลฝอยล้นเมืองมาก่อน อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เป็นประเด็นปัญหาทางด้านนามธรรมก็ค่อนข้างยุ่งยากต่อการจัดการ จึงเห็นสมควรที่จะมุ่งเน้นการศึกษาวิจัยและพัฒนาประเด็นปัญหานี้อย่างจริงจังและกว้างขวางยิ่งขึ้นทั้งปัจจุบันและอนาคต

5.2 การพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นขยะมูลฝอยและสื่อเพื่อการสื่อความหมายมูลฝอย

องค์ความรู้ที่จะให้บุคคลทุกระดับ ทุกเพศ ทุกวัย ให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ผลิต ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ต้องมีการทบทวนอย่างเป็นระบบโดยเริ่มจากระบบ และหลักสูตรการศึกษาทั้งระบบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ทั้งระบบปฐมวัย และมีธยมศึกษา โดยการกำหนดไว้ในหลักสูตรทุกระดับในประเด็นหลัก คือ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของขยะมูลฝอยในชีวิตประจำวันนี้ และควรจะมีการวิจัย และพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 5 ปีเป็นอย่างซ้ำ เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นตลอดเวลา มีการพัฒนาวัสดุใหม่เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ ตลอดจนต้องมีความรู้ที่มาของวัสดุอันตรายและการกำจัดถูกวิธี

สื่อ การเรียน การสอน การถ่ายทอด การเผยแพร่ เป็นอีกเครื่องมือที่สำคัญสำหรับใช้เพื่อการสื่อความหมาย ควรจะมีการวิจัยและพัฒนาความรู้ไปกับองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นมูลฝอยในชีวิตประจำวันทุกรูปแบบ

อุตสาหกรรมเครื่องคัมประเภทน้ำอัดลม อุตสาหกรรมน้ำปลา ที่นำขวดบรรจุใช้แล้วไปบรรจุน้ำปลา ฯลฯ เป็นต้น (3) การนำไปใช้ใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงสถานะ (Recycle) มีตัวอย่างการนำกระบวนการนำมูลฝอยไปใช้ใหม่หลายประเภทที่จัดเป็นวัสดุคืบในกระบวนการผลิต ในธุรกิจอุตสาหกรรมที่นำไปใช้ใหม่ เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก โลหะ ยาง ฯลฯ เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของขยะมูลฝอยให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเฉพาะในประเทศไทย มีกรณีตัวอย่างให้ศึกษา วิจัย และพัฒนาได้อีกมาก โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีและการจัดการ (4) การปฏิเสธใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่กำจัดยาก (Reject) กรณีการไม่ยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลให้การจัดการกำจัด นำกลับไปใช้ซ้ำ หรือนำกลับไปใช้เป็นวัสดุเพื่อผลิตอีกครั้งต้องใช้กระบวนการหลายขั้นตอนสมควรที่จะได้มีการศึกษา วิจัย และพัฒนาให้ความรู้แก่ประชาชน องค์กรหรือกระทั่งระดับ

นโยบายแห่งรัฐต่างกว้างขวาง ที่จะทำอย่างไรให้รู้ ว่า ผลิตภัณฑ์ชนิดไหนควรปฏิเสธ (5) การยอมรับที่ปฏิบัติ ตามมาตรฐานการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดปัญหามูลฝอย (Response) ความเคยชินในวิถีชีวิตที่ว่า ทำอะไร ตามใจ คือไทยแท้ เป็นคำที่คุ้นเคยสำหรับวิถีชีวิตของชาวไทยมาแต่ดั้งเดิม เป็นวิถีชีวิตแบบเกษตรกรรม ท่ามกลาง ความสะดวกสบาย ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมาหลายชั่วอายุคน การดำรงชีพพื้นฐานของสวัสดิการ ธรรมชาติ (Natural Welfare) อย่างอุดมสมบูรณ์จึงไม่ค่อยมีความฉุนใน การยอมรับกฎระเบียบ ข้อบังคับ ที่ สลับซับซ้อนหลายขั้นตอน เมื่อวัฒนธรรมของประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศอุตสาหกรรมทั้งหลาย ซึ่งเป็น กลุ่มประเทศที่เริ่มต้นของปัญหามูลฝอยล้นเมืองมาก่อน อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เป็นประเด็นปัญหาทางด้านนามธรรมก็ค่อนข้างยุ่งยากต่อการจัดการจึงเห็นสมควรที่จะมุ่งเน้นการศึกษาวิจัยและ พัฒนาประเด็นปัญหาทางด้านนามธรรมก็ค่อนข้างยุ่งยากต่อการจัดการ จึงเห็นสมควรที่จะมุ่งเน้นการศึกษา วิจัยและพัฒนาประเด็นปัญหานี้จริงจังและกว้างขวางยิ่งขึ้นทั้งทางปัจจุบันและอนาคต

5.3 การพัฒนาเทคโนโลยีและการจัดการมูลฝอยทั้งระบบ

นอกจากการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นมูลฝอยในชีวิตประจำวัน ควรจะมีการวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยี สร้างอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการคัดแยก ลดขนาด มูลฝอยแต่ละประเภทสำหรับ ครวเรือนให้เป็นอุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องใช้ที่จำเป็นสำหรับในบ้าน เช่นเดียวกับเครื่องใช้ในบ้าน เช่น ตู้เย็น เตารีด เตารีดไฟฟ้า โทรทัศน์ เครื่องซักผ้า เป็นต้น โดยกำหนดนโยบายระดับชาติ ให้เป็น “เครื่อง ใช้ที่จำเป็นสำหรับครัวเรือนทุก ๆ ครัวเรือน”

เมื่อทุกครัวเรือนมีอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้สำหรับการเก็บรวบรวม แบบแยกประเภทมูลฝอยในครัว เรือนการทิ้งหรือการเก็บรวบรวมรวบรวมการเก็บขน การขนส่งและการจัดการกำจัดที่ง่ายยิ่งขึ้น สามารถพัฒนา เทคโนโลยีการกำจัด การนำกลับมาใช้ใหม่และการนำไปผลิตใหม่

ทั้งนี้ต้องมีการปรับปรุง กฎหมาย ข้อบังคับ ภาษีและการส่งเสริมการลงทุนเกี่ยวกับการพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการจัดการ โดยเริ่มที่ครัวเรือนเป็นจุดเริ่มต้น ไปจนถึงชุมชน

6. แนะนำผลงานวิทยานิพนธ์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ควรอ่านเพื่อศึกษาค้นคว้ารายละเอียดของเนื้อหาสาระสำคัญ

- 1) การศึกษาสำรวจทางด้านวิทยาศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อการจำแนกประเภทก่อนทิ้ง : กรณีศึกษาสมาชิก องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จังหวัดนครปฐม โดย กชกร อนุชา, สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2540
- 2) การประเมินโครงการคัดแยกมูลฝอยและนำกลับมาใช้ใหม่ของเทศบาลเมืองพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี โดย มัญชรัตน์ วิรัชวงศ์, สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2542

- 3) การศึกษาวิเคราะห์แนวทางส่งเสริมการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชน โดยประสานความร่วมมือระหว่างนักเรียนและศูนย์รับซื้อมูลฝอยของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองชลบุรี โดย สุภาณี ธงไชย , สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2543
- 4) การสร้างหนังสือคู่มือ เรื่องการคัดแยกขยะภายในครัวเรือนเป็นแบบภาพการ์ตูน โดย อรนิช เกียรติอุบล ไพบูลย์, สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2542
- 5) ระบบการจัดการที่เหมาะสมในการขนส่งมูลฝอยของเทศบาลเมืองชลบุรี โดย สมชาย พานิชโยทัย , สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2542
- 6) การศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะจากวัสดุฝึกในสถานศึกษา กรณีศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี โดย มยุรี คงด้วง , สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2542
- 7) การทดลองใช้ระบบถังขยะ 2 ใบ เพื่อแยกประเภทขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน โดย สมชาย สหนิบุตร , สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร พ.ศ. 2539
- 8) การสร้างสื่อวีดิทัศน์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านการคัดแยกขยะจากครัวเรือนกรณีศึกษานักเรียนบ้านแม่ทะหลวง อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง โดย สมิง จงกะสิกิจ , สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2531
- 9) การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี โดย ไพศาล ผดุงศิริกุล , สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537
- 10) การยอมรับแนวทางการลดปริมาณมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองปทุมธานีโดยการคัดแยกประเภทมูลฝอยเพื่อแปรรูปนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดย นริศ ไควสุภัทร , สาขาวิชานโยบายและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกริก พ.ศ. 2540

เทคโนโลยีการฝังกลบกากของเสีย (Existing Technology)

การฝังกลบกากของเสียแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1) การฝังกลบมูลฝอยทั่วไปอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)
- 2) การฝังกลบกากของเสียที่เป็นอันตราย (Secure Landfill)

หลักการทั่ว ๆ ไปของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล คือ การนำมูลฝอยที่เกิดจากชุมชนมากำจัดในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ โดยอาจจะขุดให้ลึกลงไปในพื้นที่ดิน หรือจะใช้ในระดับเดียวกับพื้นดินก็ได้ เมื่อนำมูลฝอยมากองไว้แล้วก็จะใช้เครื่องจักรกลกลี้นและบดอัดให้ยุบตัวลง จากนั้นจึงใช้ดินกลบทับและบดอัดดินให้แน่นอีกครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องน้ำฝน กลิ่น และเหตุรำคาญอื่น ๆ นอกจากนี้ปัญหาน้ำเสียและผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินงานต้องมีการควบคุมป้องกันอย่างเหมาะสม เช่น จัดให้มีระบบระบายน้ำและบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานก่อนที่จะปล่อยทิ้งออกนอกพื้นที่

การกำจัดมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบ เป็นวิธีการที่เหมาะสมวิธีหนึ่งและมีการนำมาใช้ในประเทศไทยมากที่สุด เนื่องจากเสียต้นทุนและค่าดำเนินการต่ำกว่าวิธีอื่น เป็นวิธีการที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงนัก สามารถทำความเข้าใจในระบบได้ง่ายและสามารถจะกำจัดมูลฝอยได้เกือบทุกประเภท ยกเว้นของเสียที่เป็นอันตรายและสามารถกำจัดได้ในปริมาณครั้งละมาก ๆ รวมทั้งระบบยังมีความยืดหยุ่นสามารถปรับปรุงให้เข้ากับสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ได้ การย่อยสลายของมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบได้ก่อให้เกิดน้ำชะมูลฝอยซึ่งจะต้องมีการจัดการที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นได้ ในการดำเนินการฝังกลบมูลฝอยจะมีการฝังกลบมูลฝอยเป็นชั้น ๆ โดยจำนวนชั้นที่ทำการฝังกลบจะแปรเปลี่ยนไปขึ้นกับลักษณะของพื้นที่ฝังกลบ จากการศึกษาวิจัยของสมใจ กาญจนวงศ์ และคณะ (บทความ : 21) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลของการดำเนินการฝังกลบมูลฝอย 2 ชั้นต่อปริมาณและองค์ประกอบก๊าซ ปริมาณและลักษณะน้ำชะมูลฝอย โดยตั้งจำลองการฝังกลบภายนอกอาคาร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9 เมตร สร้างขึ้นเพื่อใช้ฝังกลบมูลฝอยที่เก็บจากเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ มูลฝอยแต่ละชั้นถูกฝังกลบโดยทิ้งช่วงเวลาห่างกัน 6 เดือน การฝังกลบ 2 ชั้น แต่ละชั้นสูง 2 เมตร ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกวัดโดยใช้ Gas meter องค์ประกอบก๊าซได้แก่ N_2 , O_2 , CH_4 , CO_2 และ H_2 ถูกวิเคราะห์โดย Gas chromatography และลักษณะน้ำชะมูลฝอยได้แก่ pH, Conductivity Alkalinity, Acidity, Total Volatile acids, COD, BOD, TOC, NH_3-N และ TP วิเคราะห์โดยวิธีของ Standard Method ของ APHA ผลการศึกษาพบว่าจากการฝังกลบมูลฝอย 211 วัน พบปริมาณก๊าซเกิดขึ้นในช่วงหลังการฝังกลบใหม่ ๆ เมื่อมีการฝังกลบมูลฝอยชั้นที่สอง การย่อยสลายในช่วง Hydrogenation ได้เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้นกว่าการฝังกลบมูลฝอยชั้นแรก และการย่อยสลายระยะ Methanogenesis ได้เร็วกว่าการฝังกลบมูลฝอยชั้นแรกมวลส่วนใหญ่ในน้ำชะมูลฝอยที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอยชั้นแรกมีความเข้มข้นสูงและลดลงเมื่อระยะเวลาการฝังกลบมากขึ้น

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2539) ได้ทำการศึกษาศักยภาพใช้ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพจากพื้นที่ฝังกลบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การหุงต้มอาหาร การจุดตะเกียง และสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนได้ จากขยะที่มีปริมาณเพียงพอมาฝังกลบในพื้นที่แห่งหนึ่ง ๆ แล้ว ถ้าดำเนินการกำจัดโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะจะสามารถประเมินปริมาณก๊าซไปใช้ประโยชน์ได้ จากการศึกษาอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีความเหมาะสมที่จะจัดตั้งโรงไฟฟ้า ขนาด 870 kw เนื่องจากเป็นหลุมฝังกลบขยะจากกรุงเทพฯ มีจำนวนขยะในพื้นที่ศึกษา 1.2 ล้านตัน จากการประเมินก๊าซที่เกิดขึ้นมีเพียงพอที่จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 435 kw ได้ชุด

ไพศาล ผดุงศิริกุล (2539) ได้ศึกษาการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล พบว่าการฝังกลบเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญมากในระบบจัดการมูลฝอย เนื่องจากมูลฝอยหรือของเสียที่เป็นอันตรายซึ่งนำมากำจัดโดยวิธีนี้ จะถูกปล่อยให้สลายตัวไปโดยธรรมชาติ ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลานานมาก การออกแบบก่อสร้างและการปฏิบัติงานฝังกลบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันมิให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมข้างเคียง ปัญหาของการฝังกลบคือ การจัดหาพื้นที่ซึ่งมักจะไม่เป็นไปตามเกณฑ์ในการพิจารณาเนื่องจากต้องใช้พื้นที่ที่มีขนาดใหญ่และราคาที่ดินเพิ่มสูงขึ้น

บรรณานุกรม

- กษกร อนุชา. (2540). การศึกษาสำรวจความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อการจำแนกประเภทก่อนทิ้ง : กรณีศึกษาสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- มัญชรรัตน์ วิรัชวงศ์. (2542). การประเมินโครงการคัดแยกมูลฝอยและการนำกลับมาใช้ใหม่ของเทศบาลเมืองพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- สุภาณี ธงไชย. การศึกษาวิเคราะห์แนวทางส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอยชุมชน โดยประสานความร่วมมือระหว่างนักเรียนและศูนย์รับข้อมูลฝอยของโรงเรียนในสังกัดเทศบาลเมืองชลบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- อรนิช เกียรติอุบลไพฑูรย์. (2542) การสร้างหนังสือคู่มือ เรื่องการคัดแยกขยะภายในครัวเรือนเป็นแบบภาพการ์ตูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- สมชาย พานิชโยทัย. (2542) ระบบการจัดการที่เหมาะสมในการขนส่งขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองชลบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- ไพศาล ผดุงศิริภูม. (2537) การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองนนทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- สมิง จงกะสิกิจ. (2538) การสร้างสื่อวีดิทัศน์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านการคัดแยกขยะจากครัวเรือน : กรณีศึกษาบ้านแม่ทะหลวง อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- สมชาย สหนิบุตร. (2537) การทดลองใช้ระบบถังขยะ 2 ใบ เพื่อแยกประเภทมูลฝอยจากบ้านเรือน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- มยุรี คงด้วง. (2542) การศึกษาความเหมาะสมในการจัดการขยะจากวัสดุฝักในสถานฝึก กรณีศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

นริศ ไควสุภัทร. (2540) การยอมรับแนวทางการลดปริมาณมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองปทุมธานี โดยการคัดแยกประเภทมูลฝอยเพื่อแปรรูปนำกลับมาใช้ประโยชน์. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตมหาบัณฑิต สาขาวิชานโยบายและการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกริก